

**Die Beziehungen des systolischen rechtsventrikulären
Drucks zu den elektrokardiographischen Veränderungen
der Widerstands- und Volumenhypertrophie des rechten
Herzens sowie der Doppelhypertrophie**

von

Dieter Stöcklein

aus

Hof/Saale

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548824_0021

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

**Die Beziehungen des systolischen rechtsventrikulären
Drucks zu den elektrokardiographischen Veränderungen
der Widerstands- und Volumenhypertrophie des rechten
Herzens sowie der Doppelhypertrophie**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Dieter Stöcklein
aus
Hof/Saale

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Schiefer
Referent: Univ.-Doz. Dr. J. A. Köhler
Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 13. 7. 1971

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

- A. Abkürzungen
- B. Zusammenfassung
- C. Einleitung
- D. Material
- E. Methoden
 - I. Druck im rechten Ventrikel
 - II. Zeichen für Rechtshypertrophie im Ekg
 - III. Statistische Auswertungsmethoden
- F. Ergebnisse
 - I. Widerstandshypertrophie
 - II. Volumenhypertrophie
 - III. Doppelhypertrophie
- G. Diskussion der Ergebnisse
- H. Literaturverzeichnis

A. ABKÜRZUNGEN

AI	= Aortenklappeninsuffizienz
A.d.S.V.	= Aneurysma des Sinus Valsalvae
AS	= Aortenklappenstenose
ASD	= Vorhofseptumdefekt
D.B.	= Ductus arteriosus Botalli
Ekg	= Elektrokardiogramm
GNB	= größte Negativitätsbewegung
MI	= Mitralklappeninsuffizienz
MS	= Mitralklappenstenose
n	= Anzahl der Fälle
PA	= Pulmonalarterie
p.H.	= pulmonale Hypertonie
PS	= Pulmonalstenose
pVd	= Druck im rechten Ventrikel
r	= Korrelationskoeffizient
r_S	= Spearman'scher Rang-Korrelationskoeffizient
RVH	= rechtsventrikuläre Hypertrophie
Σ	= Summe
Vd	= rechter Ventrikel
VSD	= Ventrikelseptumdefekt

B. ZUSAMMENFASSUNG

Die Relation zwischen dem systolischen rechtsventrikulären Druck und den elektrokardiographischen Zeichen der rechtsventrikulären Hypertrophie wurde an 109 Patienten überprüft.

Die Elektrokardiogramme wurden nach Widerstandshypertrophie, Volumenhypertrophie und Doppelhypertrophie geordnet und nach allgemeinen Zeichen der Rechtshypertrophie, speziellen Zeichen der Volumen- und der Widerstandshypertrophie ausgewertet. Die Gesamtsumme aller möglichen Zeichen der Rechtshypertrophie wurde als Merkmalsgruppe Ekg zum rechtsventrikulären Druck - Merkmalsgruppe pVd - in Relation gesetzt.

Hierzu wurden zwei sich gegenseitig beweisende Methoden der Statistik zur Anwendung gebracht: der Spearman'sche Rang-Korrelationskoeffizient und die Regressionsanalyse.

Es zeigte sich, daß bei der Widerstandshypertrophie eine sehr enge Korrelation zwischen der Summe der Zeichen einer rechtsventrikulären Hypertrophie im Elektrokardiogramm und dem systolischen Druck in der rechten Herzkammer bestanden, so daß aus dem elektrokardiographischen Gesamtbild der Druck in der rechten Kammer geschätzt werden darf. Dagegen ist es nicht sinnvoll, bei einer Volumen- oder gar Doppelhypertrophie den Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten zu berechnen oder eine Regressionsanalyse anzufertigen, da bei diesen Formen der Hypertrophie eine geringe bzw. überhaupt keine Korrelation zwischen der Summe der Zeichen für eine Rechtshypertrophie im Ekg und dem systolischen Druck in der rechten Kammer bestehen. Während bei der Volumenhypertrophie trotz niedriger Druckwerte im rechten Ventrikel sehr viele Zeichen

der Rechtsüberlastung zu finden sind, erscheint die Rechtshypertrophie bei der Hypertrophie beider Herzkammern **m a s k i e r t** oder stumm.

Es besteht in **a l l e n** Ergebnissen eine deutliche Abstufung von der Widerstands- über die Volumen- zur Doppelhypertrophie.

Die Ausführungen haben erkennen lassen, daß die Elektrokardiographie die wertvollste Hilfe für die Diagnostizierung einer Herzbelastung bei Herzfehlern darstellt und durch Anwendung moderner statistischer Verfahren eine neue Bereicherung erfährt.

C. EINLEITUNG

Bei der Beurteilung der Hämodynamik von Herzfehlern kommt von den konventionellen Untersuchungsmethoden dem Elektrokardiogramm ein sehr wichtiger Platz zu. Mit Hilfe des Ekg's gelingt es, die Belastung einzelner Herzabschnitte zu erkennen und zu beurteilen, ob es sich um eine Widerstands- oder Volumenhypertrophie einer Herzkammer oder um eine Überlastung beider Kammern handelt.

Die Anwendung der Herzkatheterisierung erlaubt es uns, beim Studium der angeborenen und erworbenen Herzvitien eine Beziehung der hämodynamischen Daten zu den elektrokardiographischen Veränderungen herzustellen.

So haben Lenègre und seine Mitarbeiter (20) gefunden, daß bei Herzfehlern mit einem erhöhten Druck in der rechten Herzkammer im Elektrokardiogramm Veränderungen der R/S-Relation in V1 und V6 sowie eine Verschiebung der elektrischen Herzachse nach rechts bestanden.

Torner-Soler und seine Mitarbeiter (37) untersuchten die Beziehungen zwischen einem erhöhten Druck im rechten Ventrikel und dem Elektrokardiogramm - eingeteilt in: normales Ekg, Rechtsschenkelblockbilder, Rechtsventrikelhypertrophie und Mischbilder aus Rechtsschenkelblockbildern und Rechtsventrikelhypertrophie.

H. Gutheil (10,11,12) stellte aus den Relationskurven $R : (R + S)$ von drei rechts- und drei linkspräcordialen Ableitungen einen Summenquotienten auf und setzte diesen in eine Relation zur Höhe des rechtsventrikulären Drucks bzw. zum Ventrikelquotienten. Mit Hilfe der

Formel
$$\text{Ventrikelquotient} = \frac{\text{Summenquotient}}{\text{Umrechnungsfaktor (1,67)}}$$

konnte er aus dem Ekg bei angeborenen Herzfehlern den Druck in der rechten Kammer berechnen. Noch eine Vielzahl von Autoren, von denen hier stellvertretend einige

aufgeführt werden - Cosby und Mitarbeiter (4,5), Gordon und Mitarbeiter (9), Johnson und Mitarbeiter (16), Rossi und Mitarbeiter (27), Schweizer und Mitarbeiter (34) - haben immer wieder den lohnenden Versuch gemacht, eine Korrelation zwischen dem Druck in der rechten Herzkammer und den elektrokardiographischen Befunden bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern herzustellen.

Die Aufgabe dieser Arbeit ist es, eine Beziehung zwischen rechtsventrikulärem Druck und der S u m m e der Zeichen für Rechtsventrikelhypertrophie im Elektrokardiogramm bei Widerstands-, Volumen- und Doppelhypertrophie zu finden.

D. MATERIAL

Für diese Arbeit wurden 109 Patienten mit Zeichen der Rechtsherzbelastung im Elektrokardiogramm und Druckwerten im rechten Ventrikel von 23 mm Hg bis 170 mm Hg ausgewählt.

Diese 109 Fälle lassen sich aufgliedern in:

1. 65 Fälle mit Widerstandhypertrophie,
davon: 36 Mitralstenosen,
 - 6 kombinierte Mitralvitien mit überwiegender Stenose,
 - 1 Zustand nach Operation eines kombinierten Mitralvitiums mit überwiegender Stenose,
 - 1 kombiniertes Mitralvitium mit überwiegender Stenose + Vorhofseptumdefekt,
 - 5 Pulmonalstenosen (3 infundibulär, 2 valvulär),
 - 5 Pulmonalstenosen mit Ventrikelseptumdefekt,
 - 1 Pulmonalstenose mit Ventrikelseptumdefekt + partielle Lungenvenentransposition,
 - 1 Pulmonalstenose + Vorhofseptumdefekt + Ductus arteriosus apertus Botalli,
 - 1 Vorhofseptumdefekt mit Rechts-Links-Shunt,
 - 3 Ductus arteriosi aperti Botalli mit Rechts-Links-Shunt,
 - 5 primäre pulmonale Hypertonien.
2. 25 Fälle mit Volumenhypertrophie,
davon: 22 Vorhofseptumdefekte mit Links-Rechts-Shunt,
 - 2 Vorhofseptumdefekte mit Links-Rechts-Shunt + partielle Lungenvenentransposition,

1 Vorhofseptumdefekt mit Links-Rechts-
Shunt + totale Lungenvenentransposition.

3. 19 Fälle mit Doppelhypertrophie,
davon: 13 kombinierte Mitralvitien,
6 Aorten-Mitralklappenvitien.

In den Tabellen I - V sind, geordnet nach Widerstands-
hypertrophie (Tab. I,II,III), Volumenhypertrophie
(Tab. IV) und Doppelhypertrophie (Tab. V) ausgewählte
klinische Daten, zusätzliche Erkrankungen und exakte
Diagnose (einschließlich intraoperativer Diagnose)
aufgeführt.

Nr.	Geschlecht	Alter	Größe in cm	Gewicht in kg	Blutdruck in mm Hg	Pulsfrequenz	Schlagvolumen l/min	Kardialindex l/min/m ²	Lebenserwartung Jahre	Zusätzliche Erkrankungen	Diagnose
29	♀	54	158	51	120/80	72-88	-	-	-	epileptiforme Anfälle	Mitralstenose II, mäßige pulmonale Hypertonie
30	♀	35	163	60	115/80	55-68	-	-	-	keine	Mitralstenose III, mäßige pulmonale Hypertonie
31	♂	45	185	74	110/80	64-88	-	-	-	keine	Mitralstenose II-III, leichte pulmonale Hypertonie
32	♀	28	156	52	115/60	60-96	-	-	-	keine	Mitralstenose II-III, leichte pulmonale Hypertonie
33	♀	32	160	56	135/80	52-96	-	-	-	keine	Mitralstenose II-III, leichte pulmonale Hypertonie
34	♀	27	153	66	115/80	60-92	-	-	-	keine	Mitralstenose III, mäßige pulmonale Hypertonie
35	♂	38	161	59	130/90	64-92	-	-	-	Morbus Basedow	Mitralstenose III, leichte pulmonale Hypertonie
36	♂	26	180 1/2	115	120/75	64-92	-	-	-	Adipositas, Tuberkulose	Pulmonalstenose, Aneurysma d. li. Pulmonalarterie
37	♀	24	146	33	105/75	40-84	-	-	-	keine	angeb. Mitralstenose IV, mäßige pulmonale Hypertonie
38	♂	38	176	87	120/90	60-100	-	-	-	Adipositas,	pulmonale Hypertonie (Hemolyse) siehe Nr. 16
39	♀	37	169	68	110/70	64-96	-	-	-	keine	Mitralstenose III, mäßige pulmonale Hypertonie
40	♂	49	172	61	105/60	72-100	-	-	-	keine	verknöcht., infundibuläre Pulmonalstenose, Vorhofseptumdefekt u. links-Rechts-Shunt, offener Ductus Botalli
41	♂	56	173	67	115/75	52-84	-	-	-	keine	Mitralstenose IV, pulmonale Hypertonie
42	♀	37	162	68	120/80	84-104	-	-	-	keine	mäßige pulmonale Hypertonie
43	♂	43	175	76	125/90	80-110	-	-	-	keine	primäre pulmonale Hypertonie
44	♀	18	164	44	120/70	60-104	-	-	-	keine	Mitralstenose III-IV, geringe Mitralinsuffizienz, pulmonale Hypertonie
45	♂	41	174	69	120/70	64-100	-	-	-	keine	Mitralstenose III-IV, geringe Mitralinsuffizienz, Vorhofseptumdefekt, funktionelle Trikuspidalinsuffizienz, pulmonale Hypertonie
46	♀	43	157	60	110/65	60-88	-	-	-	keine	infundibuläre Pulmonalstenose, kleiner tiefer Ventrikelseptumdefekt, valvuläre Stenosen d. li. Pulmonalarterie
47	♀	17	154	57	100/70	72-96	-	-	-	ecthyrmale Struma	infundibuläre Pulmonalstenose, großer Ventrikelseptumdefekt u. gekrümmter Shunt, pulmonale Hypertonie
48	♂	32	168	53	130/80	64-96	-	-	-	keine	Mitralstenose III (verkalkt.) a. zentral, Mitralinsuffizienz, pulmonale Hypertonie
49	♀	42	157	57	115/80	68-92	-	-	-	keine	infundibuläre Pulmonalstenose, truncus communis
50	♀	18	158	40	120/70	84-120	-	-	-	keine	infundibuläre Pulmonalstenose, Ventrikelseptumdefekt (zwei Mark-Stück groß)
51	♂	34	173	66	120/80	68-76	-	-	-	keine	infundibuläre Pulmonalstenose,
52	♂	33	178	86	140/85	60-112	-	-	-	keine	infundibuläre Pulmonalstenose,

Nummer	Geschlecht	Alter	Größe in cm	Gewicht in kg	Blutdruck in mm Hg	Pulsfrequenz	Detonationsstaus	Ruhehypertonie	Asymmetrische	Gynastie	Idiose	Vielere Zeichen d. Rechtsinsuff.	Vielere Zeichen d. Linksinsuff.	zusätzliche Erkrankungen	exakte Diagnose	2
53	♀	38	173	73	125/80	72-96	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralstenose IV, pulmonale Hypertonie	
54	♀	20	169	62	140/80	60-84	+	+	+	+	+	+	+	keine	valvuläre Pulmonalstenose, perforiertes Aneurysma d. Sinus Valvulae in den rechten Ventrikel	
55	♀	43	159	86	140/80	68-96	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralstenose III, deutliche pulmonale Hypertonie	
56	♀	13	155	37	125/80	68-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	Valvuläre Pulmonalstenose, starke poststenotische Dilatation der Pulmonalarterie	
57	♀	32	163	64	115/75	64-96	+	+	+	+	+	+	+	keine	stark veraltete Mitralstenose III-IV, deutliche pulmonale Hypertonie	
58	♀	19	173	57	120/80	64-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	infundibuläre Pulmonalstenose, großer Ventrikelsprungdefekt a. reifend. Aorta	
59	♀	16	156	36	95/60	68-96	+	+	+	+	+	+	+	keine	Lungenvenenstauung (dra. Lungenvenen) und in d. vena cava sup. stark	
60	♀	26	175	63	115/70	68-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	distalere Pulmonalarterie, schwere Pulmonalstenose, pulmonale Hypertonie	
61	♀	54	160	43	115/80	76-120	+	+	+	+	+	+	+	keine	Ductus Botalli m. großem Rechts-Links-Shunt, pulmonale Hypertonie	
62	♀	54	166	72	125/70	68-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	veraltete Mitralstenose III, deutl. pulmonale Hypertonie, D2-Unterzäugung (50 % im rech. Ventrikel)	
63	♀	33	165	59	125/75	64-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	vaskuläre pulmonale Hypertonie m. deutlicher arterieller u. venöser D2-Unterzäugung	
64	♀	15	158	43	110/70	64-100	+	+	+	+	+	+	+	keine	Vorhofseptumdefekt m. Rechts-Links-Shunt, extreme pulmonale Hypertonie m. deutlicher Diffusionsstörung	
65	♀	35	163	62	120/80	44-120	+	+	+	+	+	+	+	keine	Ductus arteriosus Botalli m. Rechts-Links-Shunt, deutl. pulmonale Hypertonie, offener Ductus arteriosus Botalli m. Rechts-Links-Shunt, schwere pulmonale Hypertonie, Pulmonalstenose	

Tabelle III: Ausgewählte klinische Daten, zusätzliche Erkrankungen und exakte Diagnose bei den Fällen 53 - 65 der Widerstandshypertrophie.

Nummer	Geschlecht	Alter	Größe in cm	Gewicht in kg	Blutdruck in mm Hg	Häufigkeit	zusätzliche Erkrankungen										exakte Diagnose
							Ischämische	Myokardiale	Coronaria	Myokardiale	Myokardiale	Myokardiale	Myokardiale	Myokardiale	Myokardiale	Myokardiale	
1	♂	34	156	53	100/70	60-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
2	♂	41	180	68	130/70	60-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. 2:1 Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
3	♂	35	164	55	115/60	72-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, vena cava sinistra
4	♂	35	172	79	120/80	72-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. gr. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
5	♂	38	167	60	120/70	60-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit 2:1 Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
6	♂	23	156	52	110/85	68-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
7	♂	20	165	47	130/70	76-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
8	♂	16	165	47	130/70	76-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
9	♂	29	185	60	135/85	72-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. gr. Li.-Re.-Shunt, Prim.-typ
10	♂	25	158	50	135/85	68-104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, geringe pulmonale Hypertonie
11	♂	35	176	88	145/95	76-104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
12	♂	24	169	60	115/80	56-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, Transposition von 3 recht. Lungenarterien, v. vena cava sup.
13	♂	19	167	55	125/85	72-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
14	♂	36	154	65	115/70	60-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, geringe pulmonale Hypertonie
15	♂	42	176	80	135/90	72-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, leichte pulmonale Hypert.
16	♂	58	164	68	105/60	60-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
17	♂	35	160	62	130/75	72-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt (3:1), leichte pulmonale Hypertonie
18	♂	45	159	58	105/70	64-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt mit 3:1 Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
19	♂	37	167	50	120/80	60-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	groß. Vorhofseptaldefekt mit 3:1 Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, leicht pulm. Hypertonie
20	♂	41	158	72	115/75	68-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ
21	♂	29	171	56	110/70	64-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, leicht pulm. Hypertonie
22	♂	18	171	64	110/70	68-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. gr. Li.-Re.-Shunt, totale Lungenvenentransposition 1.
23	♂	29	165	54	125/80	80-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	den re. Vorhof, mäßige pulmonale Hypertonie
24	♂	49	170	59	150/90	90-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. gr. Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, partielle Lungenvenentranspos.
25	♂	61	149	44	180/110	60-76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vorhofseptaldefekt m. 2:1 Li.-Re.-Shunt, Sec.-typ, pulm. Hypertonie, situs inversus

Tabelle IV: Ausgewählte klinische Daten, zusätzliche Erkrankungen und exakte Diagnose bei den 25 Fällen der Volumenhypertrophie.

Nummer	Geschlecht	Alter	Größe in cm	Gewicht in kg	Blutdruck in mm Hg	Pulsfrequenz	Gefäßverengungsstatus	Blutungsstörungen	Rhythmusstörungen	Asthma cardiacum	Kraniose	weitere Zeichen d. Rechtsinsuff.	Tachycardie	Arrhythmien	operiert	zusätzliche Erkrankungen	exakte Diagnose
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	♂	41	164	72	145/85	68-80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., hämodynamisch wenig virks. Aorten-u. Mitralklappeninsuffizienz, mäßige pulmonale Hypertonie
2	♂	54	163	63	155/80	48-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., Mitralklappeninsuffizienz (vorherrschend), leichte pulmonale Hypertonie
3	♀	49	159	56	130/80	72-86	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen II-III., hämodynamisch wenig virks. Mitralklappeninsuff., leichte pulmonale Hypertonie
4	♂	36	172	79	135/80	44-84	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., Mitralklappeninsuffizienz (sehr virks. 45°) leichte pulmonale Hypertonie
5	♀	46	154	57	140/80	72-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen, geringe Aortenklappen- und -insuffizienz, leichte pulmonale Hypertonie
6	♀	74	157	55	120/80	64-77	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	schwere Mitralklappeninsuffizienz, geringe Aortenklappen-, mäßige pulmonale Hypertonie
7	♂	50	180	72	140/80	60-96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen, Mitralklappeninsuffizienz, mäßige pulmonale Hypertonie
8	♂	75	184	69	120/85	68-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., geringe Mitralklappeninsuff., leichte pulmonale Hypertonie
9	♂	45	158	71	140/80	60-84	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen II., geringe Mitralklappeninsuff., leicht pulmonale Hypertonie
10	♀	37	161	64	110/80	56-96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., Mitralklappeninsuff. (wenig virks.), pulmonale Hypertonie
11	♂	37	168	57	135/80	72-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., Mitralklappeninsuff. (mäßig) deutliche pulmonale Hypertonie
12	♂	48	172	70	130/90	60-112	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., Aortenklappen-, deutliche pulmonale Hypertonie
13	♀	30	153	45	90/70	64-84	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen, zentrale Mitralklappeninsuff., mäßige pulmonale Hypertonie
14	♂	32	176	72	120/80	64-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen II-IV, Mitralklappeninsuff., Aorteninsuff. III-IV, mäßige pulmonale Hypertonie
15	♀	53	151	55	145/70	68-96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen, zentrale Mitralklappeninsuff., leichte Aortenklappen-, deutl. pulmonale Hypertonie
16	♂	35	175	70	130/90	64-100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen IV, Mitralklappeninsuff., IV, pulmonale Hypertonie
17	♀	28	155	50	126/80	48-100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen II-III, Mitralklappeninsuffizienz, pulmonale Hypertonie
18	♂	29	181	77	130/80	72-100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., zentrale Mitralklappeninsuffizienz, pulmonale Hypertonie
19	♀	50	157	59	120/80	56-96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	keine	Mitralklappen III., zentrale Mitralklappeninsuffizienz, pulmonale Hypertonie

Tabelle V: Ausgewählte klinische Daten, zusätzliche Erkrankungen und exakte Diagnose bei den 19 Fällen der Doppelhypertrophie.

E. METHODEN

I. Messung des systolischen Drucks im rechten Ventrikel.

Der systolische Druck in der rechten Kammer (pVd) wurde während diagnostischer Rechtsherzkatheterisierungen mit Platinelektrodenkathetern No 7 amplituden- und frequenzgetreu registriert (18). Als Druckrezeptoren dienten Statham Elemente P23Db.

II. Kriterien der Rechtshypertrophie (RVH) im Ekg.

Die Ekg-Veränderungen bei einer Rechtshypertrophie des Herzens lassen sich einteilen in:

1. Allgemeine Zeichen der RVH (1,2,3,10,11,12,13,15,17,19,21,22,24,29,30,31,32,33,36,38,41):
 - Steil- oder Rechtslage des Herzens in den Ableitungen I - III; $\angle QRS \approx 60^\circ$
 - Lewis-Index: $(R_I + S_{III}) - (S_I + R_{III}) \leq -1,5 \text{ mV}$
 - R in aVR $\geq 0,5 \text{ mV}$
 - R in V1 $\geq 0,5 \text{ mV}$
 - S in V1 $\leq 0,2 \text{ mV}$
 - R/S in V1 $\geq 1,0$
 - R in V5/6 $\leq 0,5 \text{ mV}$
 - S in V5/6 $\geq 0,7 \text{ mV}$
 - R/S in V5/6 $\leq 1,0$
 - $\frac{R/S \text{ in V5/6}}{R/S \text{ in V1}} < 0,4$
 - Sokolow-Index: $(R \text{ in V1} + S \text{ in V5/6}) \geq 1,05 \text{ mV}$
 - R : $(R + S) \text{ in V1} \geq 0,7$ (modifiziert nach 10,11,12)
 - R : $(R + S) \text{ in V5/6} \leq 0,6$ (modifiziert nach 10,11,12)
 - Übergangszone nach links verschoben ($R/S \geq 1,0$ weiter als V 3/4)
2. Spezielle Zeichen der Volumenhypertrophie (1,2,3,7,8,13,15,17,19,21,22,24,29,30,31,32,36,38,39,41):
 - QRS-Komplex verbreitert, d.h. $\geq 0,10''$
 - GNB in V1 $\geq 0,035''$ (bei $R' \geq 0,07''$)

- Reindell-Index: (GNB in V5/6 - GNB in V1) $\leq 0,005''$
bzw. negativ
- gesplitterte Kammeranfangsschwankung in V1 - V2/3
im Sinne eines unvollständigen oder vollständigen
Rechtsschenkelblockes.
- 3. Spezielle Zeichen der Widerstandshypertrophie (1,2,
3,4,5,7,9,13,15,16,17,19,21,22,23,24,27,29,30,31,32,
33,34,36,38,41):
 - R in V1 $\geq 0,7$ mV
 - T in V1 - V2/3 negativ
 - ST-Strecke von V1 - V2/3 flach bzw. konvexbögig
gesenkt.

Es ergeben sich 14 allgemeine Zeichen der Rechtshypertrophie, 4 spezielle Zeichen der Volumenhypertrophie und 3 spezielle Zeichen der Widerstandshypertrophie; insgesamt sind dies 21 Zeichen für eine Rechtshypertrophie des Herzens im Ekg.

In dieser Arbeit wurden nun die Elektrokardiogramme der 109 Patienten nach eben diesen aufgeführten Kriterien der RVH untersucht; die Gesamtsumme der Zeichen für eine Rechtsüberlastung im Ekg ergab dann die eine Merkmalsgruppe (Ekg), welche zu der zweiten Merkmalsgruppe (pVd) in Beziehung gesetzt wurde.

III. Statistische Methoden.

1. Allgemeines:

Da ohne statistische Kenntnisse projektierte und verwertete Untersuchungen keine Beweiskraft besitzen, war es notwendig, auch für diese Arbeit statistische Auswertungsmethoden zu finden, mit deren Hilfe die Abhängigkeit zweier Merkmale - intraventrikulärer Druck (y_{pVd}) und Summe der Zeichen für Rechtshypertrophie im Ekg (x_{Ekg}) - untersucht werden konnte.

Zwei grundsätzlich verschiedene, sich gegenseitig beweisende Methoden der modernen Statistik wurden zur Anwendung gebracht:

2. Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient r_S (26, 28, 40).

Der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient wurde hier wegen des geringen Aufwandes und der Zeitersparnis, der Unabhängigkeit von einem Maßsystem, des zum Teil geringen Stichprobenumfangs (z.B. n bei Doppelhypertrophie = 19) und der schnellen Orientierung und Schätzung des gewöhnlichen Korrelationskoeffizienten r berechnet.

Hierzu transformiert man beide Reihen von Werten (x_{Ekg} ; y_{pVd}) durch Zuordnung von Rangzahlen in Rangreihen, wobei bei gleichen Werten mittlere Rangplätze zugeordnet werden, bildet die Differenzen der n Rangpaare D , quadriert und summiert sie zu $\sum D^2$ und setzt diesen Wert in die Formel $r_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$ ein; da jedoch gleiche Werte - sogenannte Bindungen oder ties - gehäuft auftreten, lohnt es sich obige Formel durch die Verwendung von Prüfgrößen zu erweitern. Dazu zählt man in jeder der beiden Reihen, wie oft derselbe Wert erscheint, setzt diese Häufigkeit in die dritte Potenz und subtrahiert davon die Häufigkeit. Schließlich bildet man die Summen $T_{x'} = 1/2 \sum (t_{x'}^3 - t_{x'})$ und $T_{y'} = 1/2 \sum (t_{y'}^3 - t_{y'})$ und setzt diese beiden errechneten Prüfgrößen in folgende Formel ein:

$$r_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum D^2}{(n^3 - n) - (T_{x'} + T_{y'})}$$

Auf diese Weise erhält man für die drei zu untersuchenden Gruppen der Widerstandshypertrophie, der Volumenhypertrophie und der Doppelhypertrophie den Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten r_S . Mit Hilfe der von Van der Waerden gefundenen Formel $r = 2 \cdot \sin \pi/6 \cdot r_S$ kann der wahre Korrela-

tionskoeffizient r geschätzt werden.

Sowohl r_S als auch r erlauben es uns, die Relation zwischen den Merkmalsgruppen x_{Ekg} und y_{pVd} quantitativ zu erfassen.

3. Regressionsanalyse und Korrelationskoeffizient (26, 28,40).

Unter der Voraussetzung einer Normalverteilung bzw. einer approximativen Normalverteilung der Variablen x_{Ekg} und y_{pVd} ist es berechtigt und es erscheint sinnvoll, Regression und Korrelation zu berechnen.

Die Regressionsanalyse beschäftigt sich mit der Art des Zusammenhangs zwischen den Variablen x_{Ekg} und y_{pVd} , der Grad des Zusammenhangs wird durch den Korrelationskoeffizienten bestimmt.

Ziel der Regressionsanalyse ist es, eine funktionale Beziehung zwischen x_{Ekg} und y_{pVd} zu finden, die es gestattet, aus vorgegebenen bzw. zu beliebigen Werten einer Einflußgröße die Zielgröße zu schätzen.

Die Regressionsgerade im mathematischen Sinne wird nach dem Gauss'schen Prinzip der kleinsten Quadrate bestimmt: D.h. die Gerade wird so gelegt, daß die Summe der Quadrate aller Abweichungen der Punkte von der Geraden möglichst klein wird. Je nachdem, ob man die Abweichungen in der y_{pVd} - oder in der x_{Ekg} - Richtung benutzt, spricht man von der Regression der y - auf die x - Werte bzw. von der Regression der x - auf die y - Werte.

Die Kennzahlen der Regressionsgeraden sind, wenn $y = a + bx$ die allgemeine Gleichung der Geraden darstellt, a und b : a wird als Achsenabschnitt (auf der Ordinate) bezeichnet, b ist die Steigung oder der Regressionskoeffizient.

Wir erhalten so für die drei zu untersuchenden Gruppen - Widerstandshypertrophie, Volumenhypertrophie, Doppelhypertrophie - je 2 Ausgleichsgeraden. Je steiler die Ausgleichsgerade verläuft, d.h. je größer der Regressionskoeffizient ist, desto enger ist der Zusammenhang zwischen den Variablen x_{Ekg} und y_{pVd} und je flacher die Ausgleichsgerade bei dementsprechend kleinem Regressionskoeffizienten verläuft, desto schwächer ist der Zusammenhang zwischen x_{Ekg} und y_{pVd} .

Der Winkel zwischen den beiden Regressionsgeraden $y = a + bx$ und $x = a + by$ ist ein Maß für die Abhängigkeit oder den absoluten Wert des Korrelationskoeffizienten r : Mit größer werdendem r wird der Winkel zwischen den Regressionsgeraden kleiner.

Praktisch geht man nun folgendermaßen vor: Durch Eintragung der Punktepaare ($x_1 \text{ Ekg}$, $y_1 \text{ pVd}$; $x_2 \text{ Ekg}$, $y_2 \text{ pVd}$ etc.) in ein Koordinatensystem erhält man eine Grundvorstellung über Form und Streuung der Punktwolke. Dann berechnet man mit Hilfe von Formeln aus den Mittelwerten $\bar{x}_{\text{Ekg}}$ und $\bar{y}_{\text{pVd}}$, den Summen der Abweichungsquadrate $Q_{x_{\text{Ekg}}}$ und $Q_{y_{\text{pVd}}}$ und der Summe der Abweichungsprodukte Q_{xy} die Regressionskoeffizienten b_{yx} und b_{xy} , die Achsenabschnitte a_{yx} und a_{xy} und die Korrelationskoeffizienten r .

Um festzustellen, wie genau der Wert r ist, werden dann die Vertrauensgrenzen für r bestimmt. Das Vertrauensintervall für 95% bzw. 99% Wahrscheinlichkeit einer Voraussage gibt Aufschluß über die Größe des Fehlers, mit dem die Schätzung maximal behaftet ist.

F. ERGEBNISSE

I. W i d e r s t a n d s h y p e r t r o p h i e

1. Allgemeines:

Unter Widerstandshypertrophie (systolic loading) versteht man eine durch vermehrte Druckarbeit des Herzens erzeugte Hypertrophie, die bestimmt wird durch eine dem erhöhten Widerstand entsprechende Stärke der Muskelwand; die Kammerwand wächst konzentrisch mehr nach innen zu und wird weniger dehnungsfähig (19).

Eine Widerstandsüberlastung der rechten Kammer entsteht bei Stenosen der intra- und extrakardialen pulmonalen Ausflußbahn und bei Hypertension im kleinen Kreislauf, das heißt bei:

- isolierter Pulmonalstenose,
- Fallot'scher Trilogie,
- Vorhofseptumdefekt mit Rechts-Links-Shunt,
- Fallot'scher Tetralogie,
- Eisenmenger-Komplex,
- Ductus arteriolus apertus Botalli mit Rechts-Links-Shunt,
- Mitralstenose mit pulmonaler Hypertonie und
- primärer pulmonaler Hypertonie.

Die exakten Diagnosen (einschließlich intraoperativer Diagnose) der 65 Fälle mit Widerstandshypertrophie sind in den Tabellen I - III (Seite 7,8,9) beschrieben. In den Tabellen VI - VIII sind die systolischen Druckwerte im rechten Ventrikel (Spalte 3), die allgemeinen Zeichen der Rechtshypertrophie (Spalte 4 - 17), die speziellen Zeichen der Volumenhypertrophie (Spalte 18 - 21) und die speziellen Zeichen der Widerstandshypertrophie (Spalte 22 - 24) aufgeführt. Dabei wurden sowohl die absoluten Werte als auch das Vorhandensein

(+) bzw. das Fehlen (-) der Zeichen für eine rechts-ventrikuläre Hypertrophie berücksichtigt. Daraus resultiert schließlich in Spalte 25 die Summe aller Zeichen der RVH im Ekg. Die erhaltene Summe wird als Zahl, das heißt, das Elektrokardiogramm wird als ein Ganzes zum Druck in der rechten Kammer in Beziehung gesetzt.

Die Elektrokardiogramme wurden nach steigendem Ventrikeldruck geordnet.

2. Berechnung des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten unter Berücksichtigung der Bindungen.

- $\sum D^2$ = Summe der quadrierten Differenzen D der 65 Rangpaare;
 = 5841;
 T_x' = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen in den 65 Elektrokardiogrammen;
 = 882;
 T_y' = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen bei den 65 Druckwerten;
 = 879;
 n = Anzahl der Fälle;
 = 65;

Diese Werte werden in die Formel $r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum D^2}{(n^3 - n) - (T_x' + T_y')}$

eingesetzt: $r_s = 1 - \frac{6 \cdot 5841}{(65^3 - 65) - (882 + 879)} = \underline{0,872}$.

r_s wird nun mit Hilfe der von Van der Waerden gefundenen Formel zu r (= wahrer Korrelationskoeffizient) umgerechnet: $r = 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot r_s = \underline{0,88}$.

Wenn man berücksichtigt, daß der Korrelationskoeffizient bei vollständiger Abhängigkeit der Variablen - Druck im rechten Ventrikel (pVd) und Summe der Zeichen für RVH im Ekg (Ekg) - den absoluten Wert 1 annimmt, so

kann man bei den hier gefundenen Werten von $r_S = 0,87$ bzw. von $r = 0,88$ eine sehr weitgehende, nahezu vollständige Korrelation zwischen Elektrokardiogramm und Druck in der rechten Kammer feststellen.

3. Regressionsanalyse und Korrelationskoeffizient.

- $\bar{x}_{\text{Ekg}}$ = Mittelwert der Summe der Zeichen für RVH
im Ekg;
= 8,89;
- $\bar{y}_{\text{pVd}}$ = Mittelwert der Drucke im rechten Ventrikel;
= 73,07;
- Qx_{Ekg} = Summe der Abweichungsquadrate der 65 Elektrokardiogramme vom Mittelwert $\bar{x}_{\text{Ekg}}$;
= 1200,25;
- Qy_{pVd} = Summe der Abweichungsquadrate vom Mittelwert $\bar{y}_{\text{pVd}}$ bei den 65 Druckwerten;
= 62998,62;
- Qxy = Summe der Abweichungsprodukte vom jeweiligen Mittelwert;
= 7472,54;
- a_{yx} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 17,7;
- b_{yx} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 6,23;
- a_{xy} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 0,225;
- b_{xy} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 0,12;

Die beiden Regressionsgeraden haben also folgende Gleichungen: $y_{pVd} = 17,7 + 6,23 \cdot x_{Ekg}$;

$$x_{Ekg} = 0,225 + 0,12 \cdot y_{pVd};$$

α = Winkel zwischen den Regressionsgeraden;
= 8° ;

r = Korrelationskoeffizient;
= 0,86;

95%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $0,78 \leq r \leq 0,91$ oder: $0,78 \leq 0,86 \leq 0,91$;

99%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $0,75 \leq r \leq 0,924$ oder: $0,75 \leq 0,86 \leq 0,924$.

In den graphischen Darstellungen werden nun diese Zahlen und Gleichungen bildhaft zum Ausdruck gebracht. Die Abbildung I zeigt die Punktwolke und die Regressionsgerade mit der Gleichung $y_{pVd} = 17,7 + 6,23 \cdot x_{Ekg}$. Schon aus der Form und Verteilung der Punktwolke wird ersichtlich, daß sich mit zunehmendem rechtsventrikulärem Druck die Zeichen für eine Rechtshypertrophie im Ekg mehren.

In der Abbildung II sehen wir beide Regressionsgeraden, wobei einmal ($y_{pVd} = 17,7 + 6,23 \cdot x_{Ekg}$) das Elektrokardiogramm als Einflußgröße und der Druck in der rechten Kammer als Zielgröße und zum anderen ($x_{Ekg} = 0,225 + 0,12 \cdot y_{pVd}$) der rechtsventrikuläre Druck als Einflußgröße und das Elektrokardiogramm als Zielgröße angenommen wurden.

Man erkennt deutlich den steilen Anstieg beider Ausgleichsgeraden und den kleinen Winkel α (8°) zwischen ihnen. Es besteht also, da zudem der Korrelationskoeffizient r mit 0,86 einen sehr hohen Wert darstellt, ein enger Zusammenhang zwischen dem rechtsventrikulären Druck und der Summe der Zeichen für Rechtshypertrophie im Ekg. Daraus folgt: Es ist erlaubt, aus vorgegebenen bzw. zu beliebigen Werten

des Drucks in der rechten Kammer auf das Elektrokardiogramm zu schließen oder aus der Anzahl der Zeichen für eine Rechtsüberlastung im Elektrokardiogramm mit Hilfe der Regressionsgeraden den systolischen Druck im rechten Ventrikel zu schätzen.

Das kleine Vertrauensintervall für 95% ($0,78 \leq 0,86 \leq 0,91$) bzw. für 99% Wahrscheinlichkeit ($0,75 \leq 0,86 \leq 0,924$) beweist, daß die Größe des Fehlers, mit der eine Schätzung des Drucks in der rechten Kammer aus dem Elektrokardiogramm oder der Anzahl der Zeichen für Rechtshypertrophie im Ekg aus dem rechtsventrikulären Druck maximal behaftet ist, gering und praktisch zu vernachlässigen ist.

ALLGEMEINE ZEICHEN DER RECHTSHERTZHYPERTROPHIE															ZEICHEN DER VOLUMENHYPERTROPHIE				ZEICHEN DER WIDERSTANDSHYPERTROPHIE								
Nummer	Diagnose	Druck (syst.) in Vg	Minkol $\angle$ QRS	Leads - Index $\leq -1,5$ mV	$(R_1 + S_{III}) \leq -1,5$ mV	R in AVR $\pm 0,5$ mV	R in V1 $\pm 0,5$ mV	R in V1 $\pm 0,7$ mV	R in V1 $\pm 1,0$ mV	R in Vg $\pm 0,5$ mV	S in Vg $\pm 0,7$ mV	R: S in Vg ± 1	R: S in Vg $\pm 0,5$	Sokolow - Index	R: (RS) in V1 $\pm 0,7$	R: (RS) in Vg $\pm 0,6$	Übergangszone von QRS nach links verschoben (R:S = 1 weiter als V3g4)	QRS $\neq 0,10$	QRS in V1 $\pm 0,035$	Reinelli - Index	GMB in Vg $\pm 0,005$ bzw. $\pm 0,07$	geklärte Kammeramplitudenschwankung	R in V1 $\pm 0,7$ mV	1 in V1 - V2(3) negativ	St.-Strecke von V1 - V2(3) flach bzw. konvex	SUMME DER ZEICHEN DER RECHTSHERTZHYPERTROPHIE IM EKG	
1	MS	30	82	$\leq -0,2$	$\leq -0,1$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,55$	$\pm 0,55$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
2	MS	32	85	$\leq -0,8$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	2
3	MS	36	73	$\leq -0,6$	$\leq -0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	2
4	MS	40	55	$\leq -0,1$	$\leq -0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
5	MS, pH	40	53	$\leq -1,9$	$\leq -0,1$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
6	MS, pH	40	59	$\leq -0,2$	$\leq -0,3$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
7	MS, pH	40	60	$\leq -0,2$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
8	MS, pH	40	63	$\leq -0,7$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
9	MS, pH	40	67	$\leq -0,8$	$\leq -0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	5
0	MS, pH	44	97	$\leq -1,3$	$\leq -0,2$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
1	MS, pH	44	91	$\leq -0,4$	$\leq -0,1$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
12	MS, M, pH	44	62	$\leq -0,4$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
13	MS, pH	44	69	$\leq -0,4$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
14	MS, pH	45	63	$\leq -0,5$	$\leq -0,1$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
15	MS, pH	45	65	$\leq -0,9$	$\leq -0,3$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
16	MS, pH	45	66	$\leq -0,8$	$\leq -0,1$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
17	MS	48	82	$\leq -0,4$	$\leq -0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
18	MS, M	50	36	$\leq -0,4$	$\leq -0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
19	MS, pH	50	77	$\leq -0,3$	$\leq -0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
20	MS, pH	50	77	$\leq -0,3$	$\leq -0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
21	MS, pH	55	105	$\leq -1,5$	$\leq -0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
22	MS, pH	55	84	$\leq -0,9$	$\leq -0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
23	MS, VSO	55	48	$\leq -1,4$	$\leq -0,4$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
24	MS, M, pH	55	104	$\leq -1,3$	$\leq -0,1$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
25	MS, pH	56	87	$\leq -0,5$	$\leq -0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
26	MS, pH	60	107	$\leq -2,2$	$\leq -0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3
27	MS	60	84	$\leq -1,3$	$\leq -0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V3	$\pm 0,10$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	3

Tabelle VI: Zeichen der RVH im Ekg bei den Fällen
1 - 27 der Widerstandshypertrophie.

ALLGEMEINE ZEICHEN DER RECHTSHERTZHYPERTROPHIE

ZEICHEN DER VOLUMENHYPERTROPHIE

ZEICHEN DER WIDERSTANDSHYPERTROPHIE

Nummer	Diagnose	Druck (syst.) in Vd	Winkel α QRS	Leads-Index $\leq -1,5$ mV (R _I + S _{II}) - (S _I + R _{III}) $\leq 1,5$ mV	R in V ₁ $\leq 0,5$ mV	R in V ₂ $\leq 0,2$ mV	R: S in V ₁ $\geq 1,0$	R: S in V ₂ $\geq 0,7$ mV	R: S in V ₃ ≥ 1	R: S in V ₃ $\geq 0,4$	Sokolow - Index R in V ₁ + S in V ₂ $\geq 1,55$ mV	R: (R:S) in V ₁ $\geq 0,7$	R: (R:S) in V ₂ $\geq 0,6$	Übergangszone von QRS nach links verschoben (R:S = 1 weiter als V ₃)	QRS $\geq 0,10$	QRS bei R _I $\geq 0,35$	Reindelta - Index GMS in V ₂ - GMS in V ₁ $\leq 0,005$ bzw. negativ	GMS in V ₂ (geschaltete Kammeranfangsverschärfung in V ₁ - V ₂)	R in V ₁ $\geq 0,7$ mV	T in V ₁ - V ₂ negativ	ST-Strecke von V ₁ - V ₂ (3) flach bzw. konvex	Summe der Zeichen der Rechts- und Widerstandshypertrophie im EKG				
28	MS, pH	60	90	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-1,0	2,0	1,2	1,66	-1,56	-1,5	-0,5	-0,62	-V ₄ -V ₅ $\geq 0,6$	0,63	-0,03	-0,01	---	---	-0,3	-0,1	V ₃ +	6	
29	MS, pH	60	125	-1,8	-0,2	-0,3	-0,7	1,5	0,5	0,5	0,8	-0,53	-0,8	-0,6	-0,44	V ₅	0,69	0,63	0,0	---	---	---	-0,3	-0,24	V ₃ +	9
30	MS, pH	60	56	-0,2	-0,4	-0,5	-0,1	5,0	1,0	0,4	2,25	-0,45	-0,9	-0,83	0,70	V ₁	0,69	0,65	-0,02	+SR	---	---	0,5	-0,2	V ₃ +	8
31	MS, pH	60	86	-0,5	-0,3	-1,0	-0,1	1,0	1,0	0,4	1,1	-1,0	-1,1	-1,1	-0,57	V ₃ -V ₄	0,68	0,63	-0,01	---	---	---	1,0	-0,1	---	7
32	MS, pH	60	106	-2,4	-0,1	-0,5	-0,25	-7,0	1,0	0,8	1,75	-0,63	-1,3	-0,66	-0,55	V ₅	0,68	0,63	-0,03	---	---	---	-0,5	-0,2	V ₂ +	3
33	MS, pH	60	85	-0,1	-0,1	-1,0	-0,1	1,0	1,0	0,7	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,81	V ₃ -V ₄	0,69	0,62	-0,03	---	---	---	-0,5	-0,1	---	7
34	MS	60	103	1,4	-0,2	-0,5	-0,4	-1,25	0,6	0,7	0,68	-0,53	-1,4	-0,55	-0,4	V ₃	0,69	0,63	-0,01	---	---	---	-0,9	-0,35	V ₃ +	11
35	MS, pH	70	119	1,4	-0,4	-0,8	-0,1	9,0	3,0	0,8	3,75	-0,42	-1,7	-0,9	-0,79	V ₃ -V ₄	0,68	0,64	0,0	---	---	---	-0,7	+0,4	---	8
36	PS, Anen. d. i. PA	72	92	-0,6	-0,2	-0,7	-0,7	1,0	0,8	0,4	2,0	-2,0	-1,1	-0,5	-0,66	V ₂	0,70	0,64	+0,005	---	---	---	-0,4	-0,3	V ₃ +	11
37	MS (angeb.) pH	75	114	-1,8	-0,1	-0,4	-0,8	-0,5	-0,3	2,1	0,14	-0,28	-2,5	-0,33	-0,12	V ₅ -V ₆	0,72	0,62	+0,04	+SR	---	---	0,6	-0,3	---	10
38	pH	75	113	-0,8	-0,3	-0,5	-0,6	-1,0	0,8	0,6	1,25	-1,25	-1,2	-0,5	-0,57	V ₅	0,69	0,67	-0,08	+SR	---	---	0,6	-0,3	---	9
39	MS, pH	75	95	-1,2	-0,7	-0,5	-0,1	5,0	0,5	0,2	2,5	-0,5	-0,7	-0,83	0,71	V ₃	0,69	0,64	0,0	---	---	---	-0,5	-0,2	---	15
40	PS, ASD, U.B.	75	105	-1,5	-0,4	-0,7	-0,3	-7,0	2,2	0,7	3,14	-0,45	-2,8	-0,81	0,74	V ₆ -V ₇	0,74	0,70	-0,03	+SR	---	---	+2,1	-0,7	V ₄ +	15
41	MS, pH	75	92	-0,5	-0,3	-0,7	-0,2	3,0	1,0	0,4	2,5	-0,71	-1,1	-0,8	0,7	V ₄	0,69	0,66	-0,02	+SR	---	---	0,7	-0,1	V ₁ +	9
42	pH	80	74	-1,5	-0,4	-0,8	-0,1	8,0	0,6	1,2	0,5	-0,65	-2,0	-0,9	-0,33	V ₄	0,68	0,70	-0,02	---	---	---	-0,8	-0,1	---	12
43	pH	80	88	-0,5	-0,5	-0,5	-1,4	-0,35	-1,4	1,4	1,0	3,0	-1,9	-0,26	-0,5	V ₅	0,71	0,64	+0,01	+SR	---	---	0,5	-0,2	V ₂ +	11
44	MS, pH (H)	80	100	1,3	-0,4	-0,6	-0,5	12,0	-0,8	0,8	1,0	-0,68	-1,4	-0,26	-0,5	V ₅ -V ₆	0,68	0,63	0,0	---	---	---	-0,6	-0,1	---	11
45	MS, pH	80	95	-0,5	-0,2	-0,8	-0,2	4,0	2,0	0,7	2,9	-0,73	-1,5	-0,8	-0,74	V ₄	0,69	0,63	-0,01	---	---	---	-0,8	-0,2	V ₃ +	14
46	MS, pH, ASD	85	115	-1,4	-0,1	-0,8	-0,2	4,0	0,8	0,7	0,8	-0,2	-1,8	-0,8	-0,44	V ₃ -V ₄	0,69	0,64	0,0	---	---	---	-0,8	-0,2	V ₂ +	10
47	PS, VSD	85	58	-0,4	-0,5	-0,7	-0,5	1,4	0,7	0,6	1,2	-0,67	-1,3	-0,59	-0,53	V ₄ -V ₅	0,68	0,63	-0,01	---	---	---	-0,7	-0,1	---	8
48	PS, VSD, pH	88	97	-1,4	-0,5	-1,0	-0,6	-1,25	-2,0	-0,7	0,9	-0,7	-3,2	-0,55	-0,5	V ₃ -V ₄	0,68	0,63	0,0	---	---	---	-1,0	-0,2	V ₃ +	12
49	PS, VSD, pH	92	127	-1,2	-0,7	-1,0	-0,1	1,0	1,0	1,0	0,93	-0,63	-2,3	-0,9	-0,48	V ₅ -V ₆	0,69	0,68	-0,01	---	---	---	-1,0	-0,2	V ₃ +	15
50	PS, VSD	100	88	-2,3	-0,3	-0,9	-0,1	9,0	7,0	1,8	1,1	-0,72	-2,7	-0,96	-0,86	V ₃	0,70	0,67	-0,03	+SR	---	---	+0,9	-0,1	V ₂ +	12
51	PS, VSD	100	78	-0,6	-0,2	-1,2	-0,2	6,0	1,6	0,4	4,0	-0,66	-1,6	-0,86	-0,86	V ₃	0,70	0,67	-0,03	+SR	---	---	+1,2	-0,2	V ₄ +	13
52	PS	100	119	-2,6	-0,5	-1,3	-0,2	6,5	1,8	0,7	2,5	-0,38	-2,0	-0,81	-0,72	V ₃	0,68	0,65	-0,01	---	---	---	-1,3	-0,2	V ₁ +	12
3	MS, pH	100	165	-1,1	-0,4	-1,0	-0,7	10,0	0,8	0,7	1,14	-0,114	-1,7	-0,91	-0,53	V ₅ -V ₆	0,69	0,65	-0,02	---	---	---	-1,0	-0,4	V ₄ +	15
4	PS, perf. A. d. S.V.	100	17	-1,8	-0,5	-2,2	-0,8	-2,75	-4,5	-0,8	5,75	-2,1	-3,0	-0,75	-0,85	V ₁ -V ₂	0,73	0,70	+0,05	+SR	---	---	+2,2	-0,2	V ₃ +	12

Tabelle VII: Zeichen der RVH im Ekg bei den Fällen
28 - 54 der Widerstandshypertrophie.

ALLGEMEINE ZEICHEN DER RECHTSHYPERTROPHIE										ZEICHEN DER VOLUMENHYPERTROPHIE										ZEICHEN DER WIDERSTANDSHYPERTROPHIE				Summe der Zeichen der RECHTSHYPERTROPHIE IM EKG		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Nummer	Diagnose	Druck (syst.) in Vg	Winkel des QRS	Index - Index - 1,5 mV (S + SII) - (S + RII) = 1,5 mV	R in AVR ± 0,5 mV	R in VI ± 0,5 mV	S in Vg ± 0,2 mV	R : S in Vg ± 1,0	R in Vg ± 0,5 mV	S in Vg ± 0,5 mV	R : S in Vg(1) ± 1	R : S in Vg(1) < 0,4	Solo in Vg - Index R in Vg + S in Vg(1) ± 1,05 mV	R : (R+S) in Vg ± 0,7	R : (R+S) in Vg(1) ± 0,6	Übergangszone von QRS nach links verschoben (R:S - 1,5 mV)	QRS ± 0,10	QRS in Vg ± 0,035 bei R ₁ ± 0,07	Reindell - Index QRS in Vg(1) - QRS in Vg ± 0,005 bzw. negativ	Geschnittene Kammeranfangsschleife in Vg - Vg(1)	R in Vg ± 0,7 mV	T in Vg - Vg(1) negativ	St-Straße von Vg - Vg(1) flach bzw. konkav	Summe der Zeichen der RECHTSHYPERTROPHIE IM EKG		
55	MS, pH	100 85		-0,5	0,5	0,3	0,3	1,0	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,5	0,46	V5-6	0,08	0,07	0,01	--	0,2	0,2	0,2	V2	9	
56	PS	105 102		-1,8	0,5	1,2	0,8	1,5	1,2	0,4	3,0	1,5	1,6	0,6	0,75	V2	0,08	0,04	-0,01	--	1,2	0,2	0,2	--	9	
57	MS, pH	110 95		-1,2	0,2	0,6	0,7	1,6	0,7	0,7	0,7	1,0	0,17	1,3	0,86	0,5	V3-4	0,08	0,07	-0,01	RS ₁	0,6	0,2	0,2	V4	15
58	PS, Vg, pH, Lungen- veneninfarkt	110 75		-1,5	0,8	1,0	1,35	3,0	3,6	2,1	1,7	0,57	0,7	0,75	0,63	V1	0,13	0,06	-0,02	RS ₁	0,4	0,2	0,2	--	12	
59	D.B.m. Stenokardie	110 105		-2,3	0,8	2,0	0,2	1,0	1,8	0,8	2,75	1,0,275	2,8	0,91	0,77	V3	0,08	0,03	-0,01	--	7,0	0,2	0,2	V2	17	
60	MS, pH (MI)	120 104		-1,4	0,3	1,1	0,1	1,1	1,2	1,0	1,2	0,11	2,1	0,9	0,55	V4-5	0,08	0,05	-0,01	--	1,1	0,2	0,2	V2	14	
61	pH	125 111		-1,5	0,1	1,1	0,1	1,1	1,0	0,7	1,4	0,13	1,8	1,91	0,59	V4-5	0,09	0,05	-0,01	--	0,7	0,2	0,2	V4	16	
62	ASD m. Stenokardie	125 112		-0,5	0,4	0,5	0,1	5,0	0,8	0,8	1,0	0,7	1,1	0,83	0,50	V5-6	0,08	0,04	-0,01	RS ₁	0,5	0,1	0,1	--	13	
63	D.B.m. Stenokardie	150 117		-0,8	1,1	2,4	0,2	12,0	1,2	1,6	0,75	0,05	4,0	0,92	0,43	V4-5	0,10	0,06	-0,02	RS ₁	2,4	0,1	0,1	V4	18	
64	D.B.m. Stenokardie	160 113		-1,5	1,0	3,0	0,2	15,0	1,0	1,0	1,0	0,06	1,0	0,94	0,50	V4-5	0,10	0,07	-0,02	RS ₁	1,0	0,1	0,1	V2	20	
65	MS, pH, Pulmonal- arteriosklerose	170 108		-2,3	0,4	0,7	0,1	7,0	0,9	1,3	0,7	0,1	2,0	0,88	0,41	V5	0,08	0,03	0,0	--	0,7	0,1	0,1	V3	15	

Tabelle VIII: Zeichen der RVH im Ekg bei den Fällen 55 - 65 der Widerstandshypertrophie.



Abb. I: Punktwolke und Regressionsgerade $y_{pVd} = 17,7 + 6,23 \cdot x_{Ekg}$ bei der Widerstandshypertrophie.

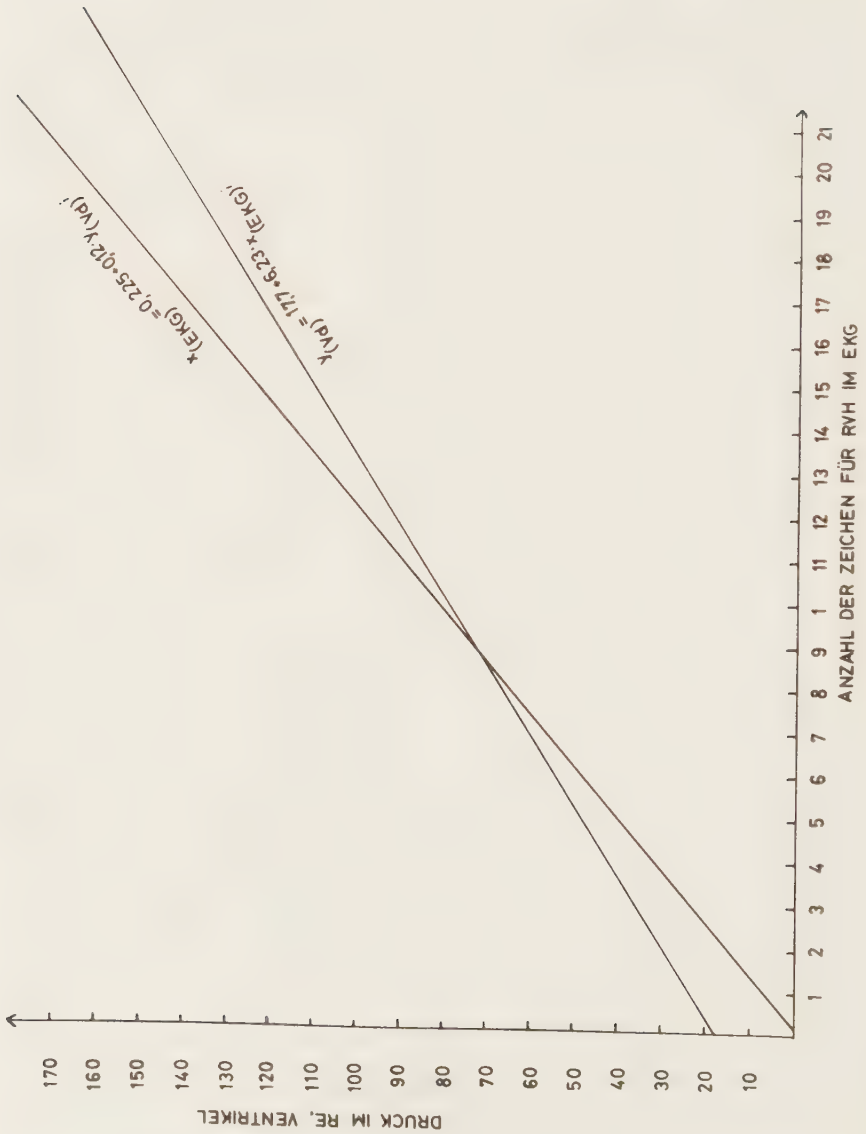


Abb. II: Die Regressionsgeraden bei der Widerstandshypertrophie.

II. Volumenhypertrophie

1. Allgemeines:

Die Volumenhypertrophie (diastolic loading) ist gekennzeichnet durch eine der Volumenarbeit entsprechende Größe der betroffenen Herzabschnitte; jene Kammer, die ein großes Schlagvolumen zu bewältigen hat, wird mit zunehmender Volumenarbeit größer und muskelstärker, ihr Füllungsvermögen steigt und der Ventrikel wächst exzentrisch (19).

Eine Volumenüberlastung der rechten Kammer entsteht bei:

- Pulmonalklappeninsuffizienz,
- Trikuspidalklappeninsuffizienz,
- Ruptur des Sinus Valsalvae in das rechte Herz,
- partieller oder totaler Lungenvenentransposition in das rechte Herz und bei
- Vorhofseptumdefekt mit Links-Rechts-Shunt.

Die exakten Diagnosen - einschließlich der intraoperativen Diagnose - der 25 Fälle mit Volumenhypertrophie sind in der Tabelle IV (Seite 10) beschrieben. In der Tabelle IX sind die Zeichen der Rechtshypertrophie im Ekg aufgeführt, wobei wiederum die absoluten Werte und das Vorhandensein (+) bzw. Fehlen (-) der Zeichen für eine rechtsventrikuläre Hypertrophie berücksichtigt wurden.

Beim Betrachten dieser Tabelle fällt auf, daß in 24 von 25 Fällen, das heißt in 96% der Fälle Rechtsverspätungskurven im Sinne von unvollständigen oder vollständigen Rechtsschenkelblockbildern auftreten. Die Beobachtungen von W.J. Walker und Mitarbeitern (39) konnten also bestätigt werden.

2. Berechnung des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten unter Berücksichtigung der Bindungen.

- $\sum D^2$ = Summe der quadrierten Differenzen D der 25 Rangpaare;
 = 1305,5;
 T_x = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen in den 25 Elektrokardiogrammen;
 = 78;
 T_y = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen bei den 25 Druckwerten;
 = 60;
 n = Anzahl der Fälle;
 = 25;

Diese aus den aufgestellten Rangpaaren errechneten Zahlen werden in die Formel $r_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum D^2}{(n^3 - n) - (T_x + T_y)}$

$$\text{eingesetzt: } r_S = 1 - \frac{6 \cdot 1305,5}{(25^3 - 25) - (78 + 60)} = \underline{0,49}.$$

r_S wird nun mit Hilfe der Van der Waerden'schen Formel zu r (= wahrer Korrelationskoeffizient) umgerechnet:

$$r = 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot r_S = \underline{0,51}.$$

Der durch diesen Rangordnungstest gefundene Spearman'sche Koeffizient $r_S = 0,49$ bzw. der durch Umrechnung entstandene Korrelationskoeffizient $r = 0,51$ zeigt, daß bei der Volumenhypertrophie der Zusammenhang zwischen Elektrokardiogramm und Druck im rechten Ventrikel s c h w a c h ist.

3. Regressionsanalyse und Korrelationskoeffizient.

- $\bar{x}_{\text{Ekg}}$ = Mittelwert der Summe der Zeichen für RVH im Ekg;
 = 10,56;
 $\bar{y}_{\text{pVd}}$ = Mittelwert der Drucke im rechten Ventrikel;

- = 42,72;
- $Q_{x_{Ekg}}$ = Summe der Abweichungsquadrate vom Mittelwert $\bar{x}_{Ekg}$ bei den 25 Elektrokardiogrammen;
= 268,16;
- $Q_{y_{pVd}}$ = Summe der Abweichungsquadrate vom Mittelwert $\bar{y}_{pVd}$ bei den 25 Druckwerten;
= 7053,04;
- Q_{xy} = Summe der Abweichungsprodukte vom jeweiligen Mittelwert;
= 578,92;
- a_{yx} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 28,65;
- b_{yx} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 1,33;
- a_{xy} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 7,05;
- b_{xy} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 0,08;

Die beiden Regressionsgeraden haben also folgende Gleichungen: $y_{pVd} = 28,65 + 1,33 \cdot x_{Ekg}$;

$$x_{Ekg} = 7,05 + 0,08 \cdot y_{pVd};$$

φ alpha = Winkel zwischen den Regressionsgeraden;
= 42°;

r = Korrelationskoeffizient;
= 0,42;

95%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $0,21 \leq r \leq 0,705$ oder: $0,21 \leq 0,42 \leq 0,705$;

99%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $0,10 \leq r \leq 0,76$ oder: $0,10 \leq 0,42 \leq 0,76$;

Die graphischen Darstellungen verdeutlichen diese Zahlen und Gleichungen: Die Abbildung III zeigt die Punktwolke und die Regressionsgerade mit der Gleichung $y_{pVd} = 28,65 + 1,33 \cdot x_{Ekg}$; in der Abbildung IV sehen wir beide Regressionsgeraden, wobei für die flachverlaufende Gerade ($y_{pVd} = 28,65 + 1,33 \cdot x_{Ekg}$;) das Elektrokardiogramm als Einflußgröße und für die steiler verlaufende Gerade ($x_{Ekg} = 7,05 + 0,08 \cdot y_{pVd}$;) der Druck in der rechten Kammer als Einflußgröße angenommen wurden.

Bereits an der Figur der Punktwolke sieht man, daß mit zunehmendem Druck im rechten Ventrikel die Anzahl der Zeichen für eine Rechtshypertrophie im Ekg nicht in gleichem Maße zunehmen; man erkennt vielmehr, daß bei der Volumenhypertrophie schon bei normalen Druckwerten unverhältnismäßig viele Zeichen der Rechtshypertrophie vorhanden sind. Dementsprechend ist der Anstieg der Ausgleichsgeraden gering, das heißt, der rechtsventrikuläre Druck ist ohne nennenswerten Einfluß auf das Elektrokardiogramm. Zwischen beiden Ausgleichsgeraden besteht mit dem Winkel $\alpha = 42^\circ$ ein relativ großer Winkel, was dem niedrigen Korrelationskoeffizienten $r = 0,42$ entspricht.

Da das Vertrauensintervall für 95% ($0,21 \leq 0,42 \leq 0,705$) bzw. für 99% Wahrscheinlichkeit ($0,10 \leq 0,42 \leq 0,76$) groß ist, kann eine Schätzung des Drucks im rechten Ventrikel aus dem Elektrokardiogramm oder eine Schätzung der Summe der Zeichen für eine Rechtshypertrophie im Ekg aus dem rechtsventrikulären Druck nicht vornehmen, da die Schätzung mit einem zu großen Fehler behaftet wäre.

ALLGEMEINE ZEICHEN DER RECHTSHERTZHYPERTROPHIE															ZEICHEN DER VOLUMENHYPERTROPHIE				ZEICHEN DER WIDERSTANDSHYPERTROPHIE					
1	2	3	Druck (syst.) in V _d	Winkel α QRS	Lewis-Index $R - 1,5 \text{ mV}$ $(R + S_{II}) - (S_1 + R_{III}) \neq 1,5 \text{ mV}$	R in AVR $\neq 0,5 \text{ mV}$	R in V ₁ $\neq 0,5 \text{ mV}$	R in V ₁ $\neq 1,0$	R in V ₅₍₆₎ $\neq 0,5 \text{ mV}$	S in V ₅₍₆₎ $\neq 1$	R : S in V ₅₍₆₎ $< 0,4$	Sokolow-Index R in V ₁ + S in V ₅₍₆₎ $\neq 1,05 \text{ mV}$	R : (R+S) in V ₁ $\neq 0,7$	R : (R+S) in V ₅₍₆₎ $\neq 0,6$	Übergangszone von QRS nach links V ₃₍₄₎ verschoben (R:S = 1 weiter als V ₃₍₄₎)	QRS in V ₁ $\neq 0,10$	GMS in V ₁ $\neq 0,05$ bei R : $\neq 0,07$	ReindeI-Index GMS in V ₅₍₆₎ - GMS in V ₁ $\neq 0,005$ bzw. negativ	geopflanzte Kammeranfangsschwankung in V ₁ - V ₂₍₃₎	R in V ₁ $\neq 0,7 \text{ mV}$	T in V ₁ - V ₂₍₃₎ negativ	ST-Strecke von V ₁ - V ₂₍₃₎ flach bzw. konvex abg. gesenkt	25 SUMME DER ZEICHEN DER RECHTSHERTZHYPERTROPHIE IM EKG	
1 ASD	23 121			-0,9	0,4	0,5	0,1	4,5	1,0	0,6	1,66	0,33	1,1	0,83	0,62	V5-6	0,10	0,07	-0,07	FSR ¹	0,5	-0,1	--	12
2 ASD	23 74			-0,5	0,2	0,8	0,2	4,0	1,4	0,6	1,0	0,4	1,1	0,8	0,8	V3-4	-0,11	0,07	-0,03	FSR ¹	0,8	-0,1	--	10
3 ASD	25 58			-0,3	0,5	0,9	0,2	2,75	1,2	0,8	1,5	0,67	1,7	0,7	0,6	V3	-0,13	0,08	-0,06	FSR ¹	0,9	-0,2	V1	12
4 ASD	28 105			-0,8	0,4	0,5	0,1	4,5	0,8	0,1	8,0	1,6	0,6	0,83	0,5	V4	0,10	0,07	-0,05	FSR ¹	0,9	-0,1	--	9
5 ASD	28 16			+0,2	0,1	0,4	0,4	1,0	0,6	0,3	2,0	0,7	0,53	0,66	0,5	V5	+0,10	0,07	-0,03	FSR ¹	0,1	-0,1	--	6
6 ASD	30 70			+0,2	0,2	0,4	0,4	1,0	1,0	0,5	2,0	0,9	0,9	0,45	0,66	V5	+0,10	0,07	-0,03	FSR ¹	0,1	-0,1	--	6
7 ASD	30 40			+0,4	0,3	0,5	0,3	1,66	1,0	0,4	2,5	1,5	0,9	0,67	0,71	V3-4	-0,10	0,07	-0,04	FSR ¹	0,3	-0,1	--	6
8 ASD	30 17			-0,3	0,3	0,5	0,5	1,0	2,1	0,6	3,5	1,5	1,1	0,5	0,8	V2	-0,12	0,08	-0,05	FSR ¹	0,5	-0,2	V1	7
9 ASD	31 82			-0,3	0,3	0,8	0,1	8,0	1,0	0,7	1,4	0,16	1,5	0,5	0,6	V4-5	+0,11	0,08	-0,04	FSR ¹	0,8	-0,2	V1	15
10 ASD	35 110			+0,6	0,1	0,6	0,7	0,9	1,5	0,5	3,0	2,3	1,1	0,45	0,75	V3	-0,12	0,08	-0,04	FSR ¹	0,8	-0,2	V1	7
11 ASD	38 90			-0,4	0,3	0,5	0,3	1,66	2,4	0,6	4,0	2,4	1,1	0,63	0,8	V2-3	-0,11	0,08	-0,04	FSR ¹	0,5	-0,2	V1	8
12 ASD, Lungenvenen- transposition	40 81			-0,9	0,1	0,15	0,15	1,0	1,4	0,5	2,6	2,8	0,65	0,5	0,7	V2	-0,09	-0,05	-0,01	FSR ¹	0,15	-0,2	V1	5
13 ASD	42 131			-0,9	0,5	1,0	0,2	4,5	1,8	0,7	7,4	0,48	1,7	0,83	0,72	V4-5	0,12	0,07	-0,04	FSR ¹	1,0	-0,2	V1	14
14 ASD, pH	45 95			-0,4	0,4	0,9	0,6	1,5	1,8	0,6	3,0	2,0	1,5	0,6	0,75	V5	0,12	0,09	-0,06	FSR ¹	0,6	-0,3	V2	10
15 ASD, pH	45 82			-0,4	0,4	0,9	0,3	3,0	1,2	0,3	4,0	1,5	1,2	0,75	0,8	V3-4	0,12	0,08	-0,03	FSR ¹	0,9	-0,2	--	10
16 ASD	45 80			0,0	0,2	0,35	0,7	0,5	1,6	1,0	1,6	1,2	1,33	0,33	0,61	V5	0,10	0,07	-0,01	FSR ¹	0,35	-0,1	--	8
17 ASD, pH	48 115			-1,8	0,4	1,0	0,2	5,0	0,9	0,5	11,6	0,36	1,5	0,83	0,64	V5	0,15	0,10	-0,03	FSR ¹	1,0	-0,2	V1	14
18 ASD, gekr., Shunt	50 116			-0,9	0,2	1,0	0,4	2,5	0,7	0,6	1,2	0,38	1,6	0,71	0,54	V4-5	0,15	0,10	-0,05	FSR ¹	0,8	-0,2	V2	12
19 ASD, pH	50 74			-0,6	0,2	0,8	0,2	4,0	1,2	0,8	1,5	0,38	1,6	0,8	0,6	V3-4	0,10	0,07	-0,03	FSR ¹	1,0	-0,2	V2	16
20 ASD	50 94			-0,6	0,3	0,8	0,2	4,0	0,7	0,8	1,5	0,38	1,6	0,8	0,6	V3	-0,10	0,07	-0,03	FSR ¹	0,8	-0,3	V2	16
21 ASD, pH	50 96			-0,6	0,2	1,1	0,4	2,75	0,9	0,9	1,1	0,36	1,4	0,73	0,5	V4	-0,12	0,07	-0,05	FSR ¹	1,1	-0,2	--	15
22 ASD, pH	52 81			-0,6	0,6	0,8	0,3	2,7	2,0	0,6	3,3	1,22	1,14	0,73	0,77	V4	-0,11	0,08	-0,05	FSR ¹	0,8	-0,1	--	11
23 ASD, pH	55 73			-0,8	0,3	1,1	0,5	2,2	2,0	0,9	2,2	1,0	1,0	0,7	0,68	V2	-0,11	0,08	-0,04	FSR ¹	1,1	-0,3	V2	12
24 ASD, gekr., Shunt, part.	75 92			-1,8	0,2	1,3	0,3	4,3	2,3	0,6	3,9	0,9	1,9	0,81	0,79	V3	-0,11	0,07	-0,02	FSR ¹	1,3	-0,24	V4	13
25 ASD, pH	100 103			-0,6	0,4	0,6	0,4	1,5	1,3	1,6	0,8	0,53	1,2	0,6	0,45	V6-7	0,10	0,07	-0,03	FSR ¹	0,6	-0,1	V2	13

Tabelle IX: Zeichen der RVH im Ekg bei den 25 Fällen der Volumenhypertrophie.



Abb. III: Punktwolke und Regressionsgerade $y_{pVd} = 28,65 + 1,33 \cdot x_{Ekg}$ bei der Volumenhypertrophie.



Abb. IV: Die Regressionsgeraden bei der Volumenhypertrophie.

III. Doppelhypertrophie

1. Allgemeines:

Es hat sich gezeigt, daß die Doppelhypertrophie der Herzkammern durch zwei verschiedene Mechanismen entstehen kann: einmal als kombinierte Herzhypertrophie, welche die Merkmale der rechts- und der linksventrikulären Hypertrophie enthält und zum anderen als ein Übergangsbild von Rechts- und Linkshypertrophie bei einem Gewichtsverhältnis von rechter zu linker Kammer zwischen 1:1 und 1:2 (19).

Eine Doppelhypertrophie entsteht bei:

- gleichzeitiger Aorten- und Mitralstenose,
- kombinierten Mitralklappenfehlern mit pulmonaler Hypertonie,
- Ventrikelseptumdefekten, wobei von Anfang an beide Kammern eine vermehrte Arbeit zu leisten haben und bei
- Ductus arteriosus apertus Botalli mit zunehmender pulmonaler Hypertonie.

Die exakten Diagnosen - einschließlich der intraoperativen Diagnose - der 19 Fälle mit Doppelhypertrophie sind in der Tabelle V (Seite 11) beschrieben, während in der Tabelle X systolischer Druck im rechten Ventrikel (Spalte 3), Zeichen der Rechtshypertrophie im Ekg (Spalte 4 - 24) und Summe der Zeichen für Rechtshypertrophie (Spalte 25) aufgeführt sind.

Auf eine Tabelle mit den Zeichen der Linkshypertrophie wurde bewußt verzichtet, da Gegenstand dieser Arbeit die Rechtshypertrophie und deren Beziehung zum rechtsventrikulären Druck ist.

2. Berechnung des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten unter Berücksichtigung der Bindungen.

- $\sum D^2$ = Summe der quadrierten Differenzen D der 19 Rangpaare;
= 874;
 T_x = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen in den 19 Elektrokardiogrammen;
= 126;
 T_y = Prüfgröße für die Anzahl der Bindungen bei den 19 Druckwerten;
= 24;
n = Anzahl der Fälle;
= 19;

Diese Werte werden in die nunmehr bekannte Formel

$$r_S = 1 - \frac{6 \cdot \sum D^2}{(n^3 - n) - (T_x + T_y)} \quad \text{eingesetzt:}$$

$$r_S = 1 - \frac{6 \cdot 874}{(19^3 - 19) - (126 + 24)} = \underline{0,22.}$$

Mit Hilfe der Van der Waerden'schen Formel wird r_S zu r (= wahrer Korrelationskoeffizient) umgerechnet:

$$r = 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} \cdot r_S = \underline{0,23.}$$

Diese beiden Größen von $r_S = 0,22$ und $r = 0,23$ zeigen deutlich, daß ein Zusammenhang zwischen der Rechtshypertrophie im Elektrokardiogramm und dem Druck im rechten Ventrikel bei der Doppelhypertrophie *n i c h t* zu konstruieren ist.

3. Regressionsanalyse und Korrelationskoeffizient.

- $\bar{x}_{\text{Ekg}}$ = Mittelwert der Summe der Zeichen für RVH im Ekg;
= 4,74;
 $\bar{y}_{\text{pVd}}$ = Mittelwert der Drucke im rechten Ventrikel;
= 59,94;

- $Q_{x_{Ekg}}$ = Summe der Abweichungsquadrate vom Mittelwert $\bar{x}_{Ekg}$ bei den 19 Elektrokardiogrammen;
= 117,7;
- $Q_{y_{pVd}}$ = Summe der Abweichungsquadrate vom Mittelwert $\bar{y}_{pVd}$ bei den 19 Druckwerten;
= 5634,9;
- Q_{xy} = Summe der Abweichungsprodukte vom jeweiligen Mittelwert;
= 97,7;
- a_{yx} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 56,01;
- b_{yx} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} und abhängiger Variablen y_{pVd} ;
= 0,83;
- a_{xy} = Schätzung des Achsenabschnittes der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 3,7;
- b_{xy} = Schätzung der Steigung der Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen y_{pVd} und abhängiger Variablen x_{Ekg} ;
= 0,017;

Die beiden Regressionsgeraden haben also folgende Gleichungen: $y_{pVd} = 56,01 + 0,83 \cdot x_{Ekg}$;

$$x_{Ekg} = 3,7 + 0,017 \cdot y_{pVd};$$

α = Winkel zwischen den Regressionsgeraden;
= 75° ;

r = Korrelationskoeffizient;
= 0,12;

95%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $- 0,13 \leq r \leq 0,69$ oder: $- 0,13 \leq 0,12 \leq 0,69$;

99%-Vertrauensgrenzen des Korrelationskoeffizienten r :
 $- 0,27 \leq r \leq 0,76$ oder: $- 0,27 \leq 0,12 \leq 0,76$;

Die graphischen Darstellungen setzen nun diese Zahlen und Gleichungen in anschauliche Kurven um: Die Abbildung V zeigt die Punktwolke und die Ausgleichsgerade mit der Gleichung $y_{pVd} = 56,01 + 0,83 \cdot x_{Ekg}$. In der Abbildung VI sehen wir beide Ausgleichsgeraden, wobei wiederum einmal ($y_{pVd} = 56,01 + 0,83 \cdot x_{Ekg}$;) das Elektrokardiogramm als Einflußgröße und der Druck in der rechten Kammer als Zielgröße und zur anderen ($x_{Ekg} = 3,7 + 0,017 \cdot y_{pVd}$;) der rechtsventrikuläre Druck als Einflußgröße und das Elektrokardiogramm als Zielgröße postuliert wurden.

Im Gegensatz zur Volumenhypertrophie erkennt man, daß bei der Doppelhypertrophie trotz eines relativ hohen Ventrikeldrucks (40 - 100 mmHg) im Elektrokardiogramm **s e h r w e n i g e** Zeichen für eine Rechtshypertrophie zu finden sind. Eine Kombination von Links- und Rechtshypertrophie verwischt also die Eindeutigkeit des Bildes der Hypertrophie der rechten Kammer, woraus man schließen kann, daß bei der Doppelhypertrophie durch die Addition der beiden Befunde eine vorhandene Rechtshypertrophie **m a s k i e r t** wird oder völlig **s t u m m** ist.

Die starke Streuung der Punkte um die Ausgleichsgerade in Verbindung mit dem sehr großen Winkel α von 75° zwischen den Geraden und dem nicht nennenswerten Korrelationskoeffizienten r von 0,12 deuten darauf hin, daß zwischen der Rechtshypertrophie im Ekg und dem Druck in der rechten Kammer **k e i n** Zusammenhang besteht.

Diese Tatsache wird durch das sehr weite Vertrauensintervall für 95% ($- 0,13 \leq 0,12 \leq 0,69$) bzw. für 99% Wahrscheinlichkeit ($- 0,27 \leq 0,12 \leq 0,76$) einer Schätzung unterstrichen.

Der Unterschied zwischen den Werten des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten $r_s = 0,22$ und des Korrelationskoeffizienten $r = 0,12$ läßt sich erklären durch die geringe Anzahl der Fälle.

Tabelle X: Zeichen der RVH im Ekg bei den 19 Fällen der Doppelhypertrophie.

Nummer	Diagnose	ALLGEMEINE ZEICHEN DER RECHTSHERTZPERITROPHIE										ZEICHEN DER VOLUMENPERITROPHIE					ZEICHEN DER WIDERSTANDSPERITROPHIE					SUMME DER ZEICHEN DER RECHTSHERTZPERITROPHIE IM EKS		
		Druck (axial) in V _d	Winkel α _{QRS}	Levitz - Index $\approx -1,5 \text{ mV}$	R in AVR $\approx 0,5 \text{ mV}$	R in V ₁ $\approx 0,5 \text{ mV}$	R in V ₅₍₆₎ $\approx 0,7 \text{ mV}$	P: S in V ₅₍₆₎ ≈ 1	R: S in V ₅₍₆₎ $< 0,4$	Sekelou - Index R in V ₁ + S in V ₅₍₆₎ $\approx 1,05 \text{ mV}$	R: (R+S) in V ₁ $\approx 0,7$	R: (R+S) in V ₅₍₆₎ $\approx 0,6$	Übergangszone von QRS nach links verschoben (R:S = 1 weiter als V ₃₍₄₎)	QRS $\approx 0,10$	GNB in V ₁ = 0,05 bei R ₁ = 0,07	Reindelta - Index GNB in V ₅₍₆₎ - GNB in V ₁ = 0,005 bzw. negativ	geod. tarte Kammeranfangsschlenkung in V ₁ - V ₂₍₃₎	R in V ₁ $\approx 0,7 \text{ mV}$	T in V ₁ - V ₂₍₃₎ negativ	St-Strecke von V ₁ - V ₂₍₃₎ flach bzw. Konvexgebung gesenkt				
1	MS, ph, A, I, M	40	62	0,0	-0,0	0,5	1,6	0,4	1,6	-0,1	16,0	40,0	0,7	0,27	0,94	V3	0,10	0,07	0,00	--	0,6	+0,1	--	3
2	MS, M, ph	42	60	-1,4	-0,1	-0,3	0,4	0,75	1,0	-0,6	1,7	12,27	0,9	0,43	0,62	V3-4	0,08	0,05	-0,02	--	0,3	-0,2	V3	5
3	MS, M, ph	45	39	-0,1	-0,1	0,5	0,7	1,6	0,8	2,0	10,0	10,0	0,9	0,17	0,66	V2-3	0,08	0,06	-0,02	--	0,1	-0,1	--	3
4	MS, M, ph	45	87	-0,7	-0,2	-0,3	0,3	1,7	1,8	-0,55	3,6	2,2	1,05	0,63	0,75	V2-3	0,10	0,04	0,00	--	0,5	-0,2	--	7
5	MS, AS, A, I	45	44	+0,1	-0,2	-0,4	0,8	0,5	1,9	0,4	4,75	9,5	0,7	0,27	0,83	V5	0,07	0,07	-0,07	SR ₁	0,3	-0,05	--	4
6	M, MS, ph	47	100	+0,7	0,4	-0,3	0,8	0,38	1,2	0,2	6,0	15,0	0,5	0,3	0,85	V1	0,07	0,02	0,02	--	0,3	-0,2	V2	3
7	M, MS, ph	50	80	+0,3	-0,2	1,6	0,13	3,3	0,4	1,875	63,5	0,6	0,1	0,3	0,9	V4	0,16	0,02	0,04	--	0,2	+0,1	--	3
8	MS, M, ph	53	87	+0,5	-0,3	-0,2	0,5	0,40	2,6	0,1	26	100,0	0,3	0,30	0,96	V3-4	0,09	0,02	0,04	--	0,2	+0,1	--	1
9	MS, M, ph	54	87	+0,4	-0,2	-0,5	0,3	1,7	0,8	0,3	2,0	1,5	0,7	0,63	0,66	V3-4	0,09	0,02	0,04	--	0,4	-0,1	--	6
10	MS, M, ph	55	62	+0,1	-0,1	-0,5	0,4	1,25	1,5	0,1	15,0	12,0	0,6	0,50	0,93	V3-4	0,09	0,03	-0,03	SR ₁	0,5	-0,3	V3	5
11	MS, AS, ph	55	105	-1,0	-0,2	1,3	0,25	2,0	3,2	0,8	4,0	2,0	1,3	0,71	0,8	V3-4	0,10	0,08	-0,03	SR ₁	0,5	-0,3	V3	12
12	MS, M, ph	55	86	-0,65	-0,2	0,3	0,5	0,6	1,7	-0,2	8,5	14,0	0,5	0,36	0,90	V1	0,09	0,02	-0,02	--	0,2	-0,1	--	3
13	MS, M, AS, ph	60	96	-0,9	-0,1	0,2	0,7	0,3	1,5	0,1	15,0	0,3	0,22	0,94	V5	0,09	0,02	0,01	--	0,3	-0,2	V3	3	
14	MS, M, ph	65	116	-1,1	-0,4	0,8	0,1	8,0	2,0	0,4	5,0	0,63	1,2	0,89	0,83	V4	0,09	0,02	0,01	--	0,8	-0,3	V1	8
15	MS, M, AS, ph	69	67	+0,1	-0,1	0,3	2,0	0,15	1,8	0,6	3,0	26,0	0,9	0,13	0,75	V5	0,08	0,025	0,015	--	0,3	-0,2	V2	4
16	MS, M, AS, ph	84	74	+0,2	-0,1	0,7	1,0	0,3	0,1	30,0	36,0	0,8	0,44	0,97	V1	0,09	0,03	0,02	--	0,7	-0,2	V2	6	
17	M, MS	85	102	+0,1	-0,1	0,1	0,9	0,11	0,7	1,6	0,4	3,6	1,7	1,6	0,36	V5-6	0,09	0,03	0,01	--	0,2	+0,1	--	7
18	M, MS	90	93	-1,1	-0,3	1,6	2,3	0,70	1,3	0,1	13,0	18,6	1,7	0,41	0,93	V4	0,09	0,03	0,01	--	1,6	-0,1	V2	5
19	MS, M, ph	100	61	+0,2	-0,0	0,5	0,6	0,83	0,6	0,3	2,0	2,4	-0,8	-0,45	-0,66	V5	0,09	0,03	0,01	--	0,5	-0,1	--	3



Abb. V: Punktwolke und Regressionsgerade $y_{pVd} = 56,01 + 0,83 \cdot x_{Ekg}$ bei der Doppelhypertrophie.



Abb. VI: Die Regressionsgeraden bei der Doppelhypertrophie.

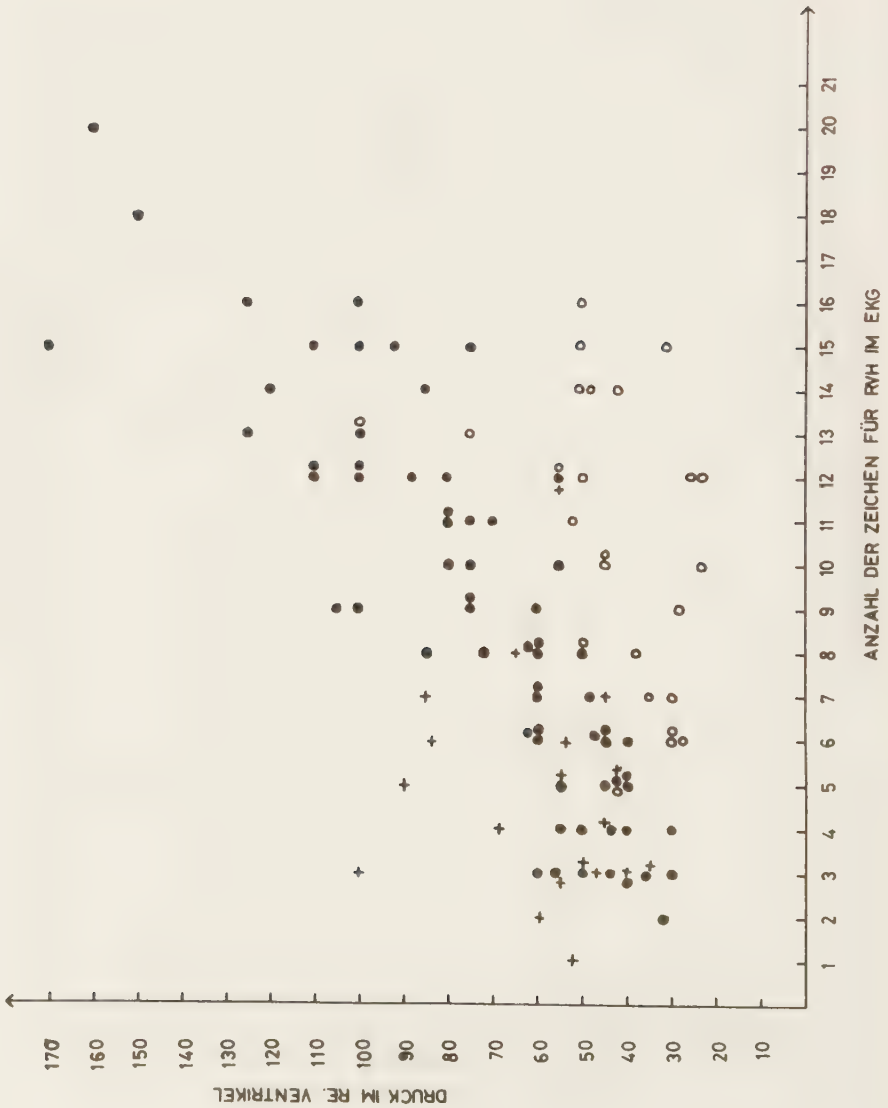


Abb. VII: Die Punktwolken bei der Widerstands- (●), Volumen- (○) und Doppelhypertrophie (+).

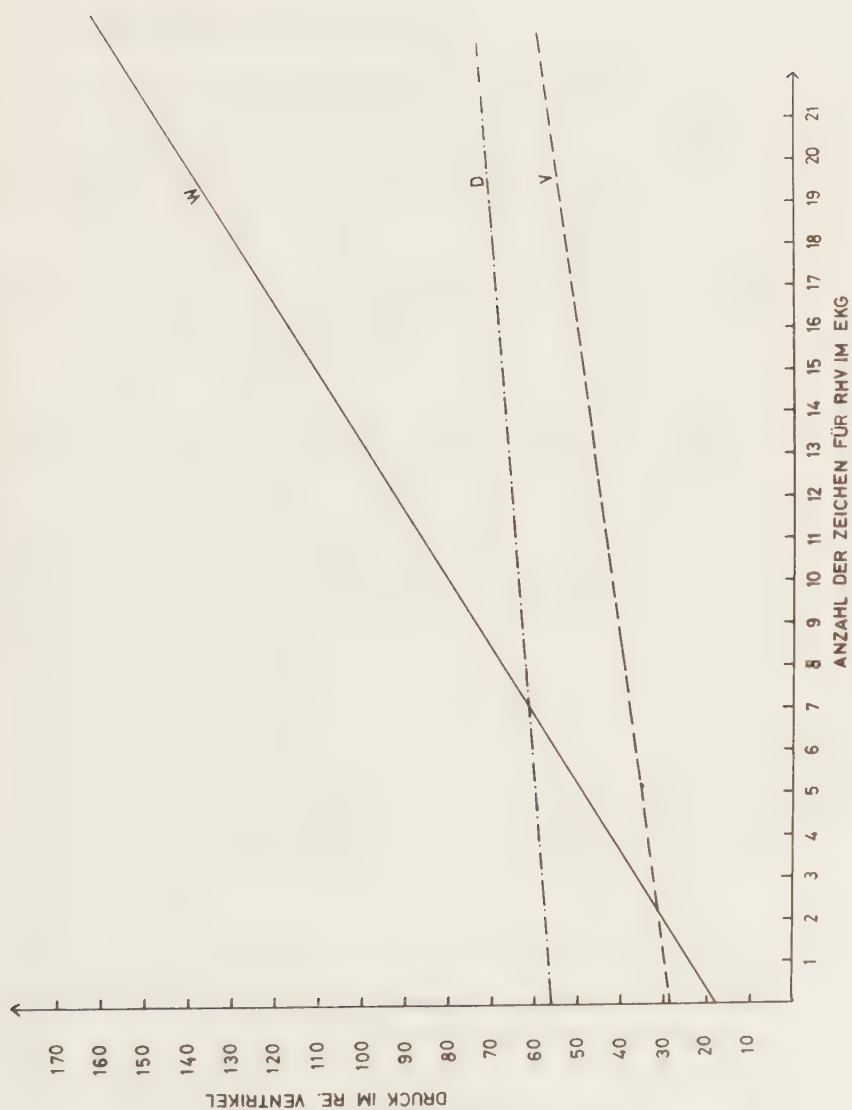


Abb. VIII: Die Regressionsgeraden der 3 Gruppen der Hypertrophie bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} .



Abb. IX: Anstieg der 3 Regressionsgeraden bei unabhängiger Variablen x_{Ekg} .

G. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Vergleicht man die Resultate der Beziehungen zwischen Elektrokardiogramm und rechtsventrikulärem Druck bei der Widerstands- und Volumenhypertrophie des rechten Herzens und bei der Doppelhypertrophie, so kristallisieren sich entscheidene Unterschiede heraus:

1. Bei der Widerstandshypertrophie findet man mit steigendem Ventrikeldruck eine stetig zunehmende Anzahl von Zeichen der Rechtshypertrophie im Elektrokardiogramm.

Es ist daher erlaubt, aus der Summe der Zeichen einer Rechtsüberlastung des Herzens im Ekg den systolischen Druck in der rechten Herzkammer zu schätzen.

Die Regressionsanalyse ist als orientierende Methode zur Schätzung des rechtsventrikulären Drucks in Theorie und Praxis leicht und gut anwendbar und von hoher Effektivität, ohne natürlich die Herzkatheterisierung überflüssig zu machen.

Ein großer Korrelationskoeffizient, ein steiler Anstieg bei der Regressionsgeraden mit einem sehr kleinen Winkel α zwischen ihnen sowie ein enges Vertrauensintervall des Korrelationskoeffizienten beweisen dies und ein großer Spearman'scher Rang-Korrelationskoeffizient unterstreichen es.

2. Bei der Volumenhypertrophie des rechten Herzens sieht man schon bei sehr niedrigen Druckwerten eine unverhältnismäßig große Anzahl von Zeichen der Rechtsüberlastung des Herzens im Elektrokardiogramm.

Der Spearman'sche Rang-Korrelationskoeffizient ist relativ klein, ebenso der aus der Regressionsanalyse

errechnete Korrelationskoeffizient, der Anstieg der Regressionsgeraden ist gering, der Winkel zwischen den Ausgleichsgeraden ist groß und das Vertrauensintervall des Korrelationskoeffizienten ist weit.

Es besteht also nur ein s c h w a c h e r Zusammenhang zwischen dem Druck in der rechten Herzkammer und dem Elektrokardiogramm.

Die Regressionsanalyse ist ohne Nutzeffekt, eine Schätzung des Ventrikeldrucks aus der Gesamtanzahl der Zeichen einer Rechtshypertrophie im Ekg ist wenig sinnvoll.

Wichtig ist es jedoch, festzuhalten, daß in 96% der Fälle der Volumenhypertrophie des rechten Herzens Rechtsverspätungskurven aufzufinden waren.

3. Bei der D o p p e l h y p e r t r o p h i e werden trotz erhöhter Druckwerte im rechten Ventrikel sehr wenige Zeichen einer Überlastung des rechten Herzens im Elektrokardiogramm sichtbar; eine vorhandene Rechtshypertrophie des Herzens erscheint m a s k i e r t oder s t u m m .

Es besteht k e i n Zusammenhang zwischen dem rechtsventrikulären Druck und der maskierten Rechtsüberlastung des Herzens im Ekg.

Dieser Befund wird belegt mit dem extrem kleinen Rang-Korrelationskoeffizienten r_g , dem nicht nennenswerten Korrelationskoeffizienten r , den Gleichungen und Kennzahlen der Ausgleichsgeraden, dem extrem großen Winkel zwischen den Regressionsgeraden und dem sehr weiten Vertrauensintervall des Korrelationskoeffizienten.

Die Berechnung des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten und die Regressionsanalyse sind weder in der Theorie noch in der Praxis verwertbar.

4. V e r g l e i c h t man nun alle Ergebnisse - Spearman'scher Rang-Korrelationskoeffizient, Verlauf und Kennzahlen der Regressionsgeraden, Winkel zwischen den Ausgleichsgeraden, Korrelationskoeffizient und Vertrauensinterwall des Korrelationskoeffizienten - von Widerstands-, Volumen- und Doppelhypertrophie miteinander, so wird in a l l e n Ergebnissen eine deutliche A b s t u f u n g von der Widerstandshypertrophie über die Volumenhypertrophie zur Doppelhypertrophie erkennbar.

Dadurch ist mathematisch-statistisch exakt bewiesen, daß in erster Linie eine vermehrte Druckerarbeit des Herzens zu adäquaten elektrokardiographischen Veränderungen im Sinne einer Rechtshypertrophie führt und daß zwischen der durch erhöhten Druck erzeugten Widerstandshypertrophie und dem durch Herzkatheterisierung bestimmten Druck in der rechten Herzkammer eine sehr enge Korrelation besteht, im Gegensatz zur Volumenhypertrophie des rechten Herzens und zur Doppelhypertrophie.

In den Abbildungen VII, VIII und IX (Seite 42, 43, 44) kommen diese unterschiedlichen Charakteristika deutlich zum Ausdruck. In der Abbildung VII sind die Punktwolken für Widerstandshypertrophie (●), für Volumenhypertrophie (○) und für Doppelhypertrophie (+) eingezeichnet. Die Abbildungen VIII und IX zeigen die Ausgleichsgeraden bei den 3 Gruppen der Hypertrophie, wobei jeweils das Elektrokardiogramm als Einflußgröße und der Druck in der rechten Kammer als Zielgröße angenommen wurden. Die Abbildung IX zeigt durch Parallelverschiebung

der Regressionsgeraden durch den Nullpunkt lediglich den unterschiedlichen Anstieg der drei Geraden deutlicher, kann jedoch nicht zur Schätzung des systolischen Drucks im rechten Ventrikel aus den elektrokardiographischen Veränderungen der Rechtshypertrophie herangezogen werden, da die Achsenabschnitte nicht berücksichtigt wurden.

5. Während in den Arbeiten von Cosby (4,5), Gordon (9), Gutheil (10,11,12), Lenègre (20) und anderen immer nur bestimmte einzelne elektrokardiographische Merkmale der Rechtshypertrophie zum Druck in der rechten Kammer in eine Beziehung gesetzt wurden, ist in dieser Arbeit der Versuch unternommen worden, das Elektrokardiogramm als Ganzes, das heißt, die Summe aller möglichen Zeichen der Rechtsüberlastung im Ekg zum systolischen rechtsventrikulären Druck in eine Relation zu bringen.

Diese Methode bringt entscheidende Vorteile mit sich, da nicht nur ein Merkmal der Rechtshypertrophie wie etwa die Höhe der R-Zacke oder der R/S-Relationsquotient in den rechtspräkordialen Ableitungen, sondern alle überhaupt möglichen Zeichen einer Rechtsüberlastung des Herzens berücksichtigt wurden.

Der dadurch entstandene Mehraufwand an Arbeit bei der Auswertung der Elektrokardiogramme ist vor allem bei Herzfehlern, die mit einer Widerstandshypertrophie des rechten Herzens einhergehen, gerechtfertigt, da man mit Hilfe der allgemein gültigen Gleichung der Regressionsgeraden $y_{pVd} = 17,7 + 6,23 \cdot x_{Ekg}$ aus einer beliebig angenommenen Summe der Zeichen der Rechtshypertrophie im Ekg den Druck im rechten Ventrikel schätzen kann. Ein theoretisch angenommenes Beispiel mag dies erklären: Im Ekg eines Patienten zählt man insgesamt 10 Zeichen der RVH; diese Zahl

wird als x_{Ekg} in die oben erwähnte Gleichung eingesetzt: $y_{\text{pVd}} = 17,7 + 6,23 \cdot 10$; $y_{\text{pVd}} = 80$. Das heißt, bei 10 Zeichen der Rechtshypertrophie im Ekg ist in der rechten Kammer ein systolischer Druck von etwa 80 mmHg zu erwarten.

Es sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich betont, daß diese Methode nur bei der reinen Widerstandshypertrophie des rechten Herzens allgemeine Gültigkeit besitzt, indes bei der Volumen- oder gar bei der Doppelhypertrophie nicht angewandt werden sollte, weil bei diesen Formen der Hypertrophie nur eine schwache bzw. gar keine Korrelation zwischen Ekg und rechtsventrikulärem Druck nachgewiesen werden konnten.

Die Ausführungen haben erkennen lassen, daß die Elektrokardiographie die wertvollste Hilfe für die Erkennung einer Herzbelastung darstellt und daß bei einer diagnostizierten Widerstandshypertrophie des rechten Herzens vom Elektrokardiogramm unmittelbar auf den systolischen Druck in der rechten Kammer geschlossen werden darf.

Daß ein direkter Vergleich zwischen der Summe der Hypertrophiezeichen im Elektrokardiogramm und dem rechtsventrikulären Druck selbst bei der Widerstandsüberlastung immer nur eine relative Übereinstimmung bringen kann, wird dadurch verständlich, daß Dauer der Erkrankung, individuelle Anpassungsfähigkeit des Myokards an veränderte hämodynamische Verhältnisse und andere Faktoren zu berücksichtigen sind, die im Einzelfall gewisse, wenn auch geringe Abweichungen verursachen können.

H. LITERATURVERZEICHNIS

1. Cabrera, E. and J. Monroy: Systolic and diastolic loading of the heart. I. Physiologic and clinical data.
Amer. Heart J. 43 (1952), 661.
2. Cabrera, E. and J. Monroy: Systolic and diastolic loading of the heart. II. Electrocardiographic data.
Amer. Heart J. 43 (1952), 669.
3. Cabrera, E.: Electrocardiographie clinique; théorie et pratique. Paris 1959.
4. Cosby, R.S., G.C. Griffith, D.C. Levinson, W.J. Zinn and S.P. Dimitroff: An analysis of electrocardiographic patterns in forty-four patients with elevated right ventricular pressure in congenital heart disease.
Amer. Heart J. 44 (1952), 581.
5. Cosby, R.S., D.C. Levinson, S.P. Dimitroff, R.W. Oblath, L.M. Hermann and G.C. Griffith: The electrocardiogram in congenital heart disease and mitral stenosis. A correlation of electrocardiographic patterns with right ventricular pressure, flow and work.
Amer. Heart J. 46 (1953), 670.
6. Dennig, H.: Lehrbuch der inneren Medizin. I. Band. Stuttgart 1961.
7. Donzelot, E., C. Metianu et M. Durand: Les hypertrophies ventriculaires droites dans les cardiopathies congénitales.
Arch. mal. coeur 45 (1952), 97.
8. Effert, S., R. Rippert und W. Schaub: Elektrokardiogramm und Phonokardiogramm bei Vorhofseptumdefekt.
Arch. Kreisl.-Forsch. 27 (1957), 171.

9. Gordon, A. and H. Goldberg: Correlation of the electrocardiographic patterns of right heart strain and evidence of right ventricular hypertension in congenital heart disease.
Amer. Heart J. 42 (1951), 226.
10. Gutheil, H.: Über Ergebnisse einer quantitativen Auswertung des Elektrokardiogramms angeborener Herzfehler.
Fortschr. Med. 82 (1964), 907.
11. Gutheil, H.: Vergleichende elektrokardiographische und hämodynamische Untersuchungen bei der Pulmonalstenose ohne Ventrikelseptumdefekt.
Arch. Kreisl.-Forsch. 52 (1963), 283.
12. Gutheil, H. und K. Heinemann: Über die Bedeutung des R/S-Relationsquotienten des Brustwand-Elektrokardiogramms bei der Diagnostik angeborener Herzfehler im Kindesalter.
Monatsschr. Kinderheilkunde 114 (1966), 550.
13. Halhuber, M.J. und R. Günther: Praktischer Ekg-Kurs.
München 1966.
14. Hegglin, R.: Differentialdiagnose innerer Krankheiten.
Stuttgart 1969.
15. Holzmann, M.: Klinische Elektrokardiographie.
Stuttgart 1965.
16. Johnson, J.B., M.J. Ferrer, R.R. West and A. Cournand: The relation between the electrocardiographic evidence of right ventricular hypertrophy and pulmonary artery pressure in patients with chronic pulmonary disease.
Circ. 1 (1950), 536.
17. Kabelitz, H.-J.: Lexikon und Atlas der Elektrokardiographie. Stuttgart - Wien - Zürich 1967.
18. Köhler, H.A.: Die synchrone und isotope intrakardiale Registrierung mechanischer, akustischer, elektrischer und chemischer Phänomene als neue kardiologisch-diagnostische Methode.
Arch. Kreisl.-Forsch. 55 (1968), 40.

19. Korth, C. und J. Schmidt: Klinische Elektrokardiographie. München - Berlin - Wien 1969.
20. Lenègre, J., G. Caronso, R. Spira et P. Maurice:
Les rapports de la pression ventriculaire droite
moyenne avec le complexe QRST et l'épaisseur
de la paroi du ventricule droit.
Arch. mal. coeur 42 (1949), 477.
21. Lepeschkin, E.: Praktisches Hilfsbuch zur systematischen Analyse des Elektrokardiogramms.
Stuttgart 1947.
22. Lepeschkin, E.: Das Elektrokardiogramm.
Dresden - Leipzig 1957.
23. Loogen, F. und Th. Varvitsiotis: Zur Klinik und
Hämodynamik der infundibulären Pulmonalstenose
ohne Ventrikelseptumdefekt.
Arch. Kreisl.-Forsch. 52 (1963), 504.
24. Lutterotti, v.M.: Die Überlastung des rechten Ventrikels im Elektrokardiogramm.
Dtsch.med. Wschr. 78 (1953), 30.
25. Michel, D., K. Bock, O. Hartleb und M. Herbst:
Elektrokardiographische Beobachtungen an 130
Pulmonalstenosen.
Verh. Dtsch. Ges. Kreisl.-Forsch. 23 (1957), 318.
26. Mittenecker, E.: Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Wien 1963.
27. Rossi, E. und T. Onat: Beziehungen zwischen elektrokardiographischen Veränderungen der Rechtshypertrophie und den Druckverhältnissen im rechten Ventrikel bei kongenitalen Vitien im Kindesalter.
Helvet. pädiatr. acta 11 (1956), 455.
28. Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden.
Berlin - Heidelberg - New York 1969.
29. Schaub, F.A.: Grundriß der klinischen Elektrokardiographie. Documenta Geigy Basel 1965.
30. Schmidt, J.: Die Herzhypertrophie im Elektrokardiogramm I.
Arch. Kreisl.-Forsch. 52 (1963), 623.

31. Schmidt, J.: Die Herzhypertrophie im Elektrokardiogramm II.
Arch. Kreisl.-Forsch. 52 (1963), 721.
32. Schmidt, J.: Hämodynamik und Elektrokardiogramm.
München - Berlin - Wien 1961.
33. Schröder, R. und H. Südhof: Praktische Ekg-Auswertung.
Stuttgart 1964.
34. Schweizer, W., J. Heller et J. Lenègre: La relation entre la pression artérielle pulmonaire moyenne et l'hypertrophie ventriculaire droite électrique et anatomique dans les cardiopathies droites, gauches et mixtes.
Cardiologia 23 (1953), 1.
35. Sokolow, M. and T.P. Lyon: The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads.
Amer. Heart J. 37 (1949), 161.
36. Sokolow, M. and T.P. Lyon: The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads.
Amer. Heart J. (1949), 273.
37. Torner-Soler, M., I. Balaguer-Vintro and J. Gibert-Queralto: Elevated right ventricular pressure. Its relation to the patterns of right ventricular hypertrophy.
Amer. Heart J. 49 (1955), 538.
38. Trenckmann, H. und R. Rückardt: Die elektrokardiographische Diagnostik der Herzhypertrophie.
Münch. med. Wschr. 42 (1968), 2405.
39. Walker, W.J., T.W. Mattingly, B.E. Pollock, D.B. Carmichael, T.W. Inmon and R.H. Forrester: Electrocardiographic and hämodynamic correlation in atrial septal defect.
Amer. Heart J. 52 (1956), 547.
40. Wissenschaftliche Tabellen. Documenta Geigy, Basel 1968.
41. Zuckermann, R.: Grundriß und Atlas der Elektrokardiographie. Leipzig 1959.

Lebenslauf des Verfassers

Am 21. Juni 1939 wurde ich, Dieter Ernst Cornelis Stöcklein, als Sohn des Zahnarztes Dr. med. dent. Hans Stöcklein und seiner Ehefrau Erni Stöcklein, geb. Thoma, in Hof/Saale geboren.

1945 begann ich in Rehau mit dem Besuch der Volksschule. Von 1949 bis 1958 besuchte ich die Oberrealschule in Hof/Saale; am 17.7.1958 bestand ich die Reifeprüfung.

Im Wintersemester 1958/59 begann ich mit dem Studium der Medizin und Zahnmedizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Im Sommer 1959 bestand ich das Vorphysikum, 1961 das Physikum in den beiden Fächern Medizin und Zahnmedizin. Von 1963 bis 1965 unterbrach ich mein Studium aus familiären Gründen und setzte es im Wintersemester 1965/66 fort.

Am 26.11.1967 legte ich das medizinische Staatsexamen mit gutem Erfolg ab.

Vom 1.12.1967 bis 15.10.1970 arbeitete ich als Medizinalassistent auf den Gebieten der Frauenheilkunde (6 Monate), der inneren Medizin (9 Monate), der allgemeinen Chirurgie (4 Monate) sowie der Kiefer- und Gesichtschirurgie (12 1/2 Monate). Die Absicht, das zahnmedizinische Studium abzuschließen,

ließ sich wegen Arbeitsplatzmangels nicht verwirklichen.

Seit 11. Januar 1971 arbeite ich als Assistenzarzt der Chirurgie im Städtischen Krankenhaus Aschaffenburg.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990